



ZERO CARBON CITY IKEDA

池田市 脱炭素シナリオ

再生可能エネルギーポテンシャル調査
結果報告書

目 次

はじめに	1
1 地球温暖化の現状	2
2 池田市の現状	5
3 再生可能エネルギー導入ポテンシャル.....	10
4 池田市脱炭素シナリオと将来ビジョン.....	21
5 再生可能エネルギー導入目標.....	28
6 脱炭素ロードマップ	32
7 参考資料	39

はじめに

ゼロカーボンとは

人間の産業活動や生活によって温室効果ガス※が発生し、年々その量が増加することによって地球温暖化が引き起こされ、大雨や台風、洪水等の災害が頻発化・甚大化しています。これによって地球環境や人々の暮らし、社会に大きな被害が発生しており、早急な対策が望まれています。

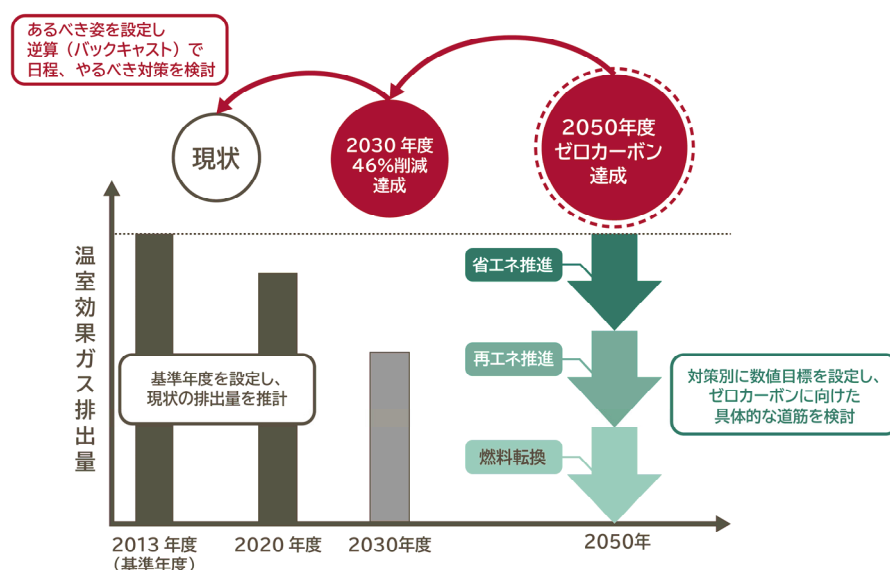
ゼロカーボンとは、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出量を実質的にゼロにすることです。ゼロカーボンの実現のためには、再生可能エネルギーの導入や省エネルギーの推進等によりCO₂の排出量を減らすことが必要となります。

人々がゼロカーボン化に向けて取り組むことで、地球温暖化の進行を食い止め、住みよい社会、環境を将来にわたって持続させることが重要です。

脱炭素シナリオとは

脱炭素シナリオとは、温室効果ガス排出量実質ゼロに向けた排出量等の目標数値と、これを達成した状態（将来ビジョン）が描かれ、この実現に必要な技術・施策・事業・行動変容等を明らかにしたシナリオのことです。

脱炭素化を達成するという目標に対して、まず目標を達成した状態（将来ビジョン）を描き、次にそこに至るまでの現状からの道筋を逆算して描く「バックキャストिंग」の考え方によりシナリオを作成します。また、現状の温室効果ガス排出要因の分析を行い、目標達成に必要な対策や事業等の取組を検討することで、今後の地球温暖化対策に関する施策の方針を示すものです。



※ 温室効果ガスとは、大気中に熱（赤外線）を吸収する性質を持つガスのことです。温室効果ガスには様々なものがありますが、人間の活動によって増加した主な温室効果ガスには、二酸化炭素（CO₂）やメタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O）、フロンガス等があります。

1 地球温暖化の現状

1-1 地球温暖化のメカニズム

地球温暖化は、主に人間の活動による温室効果ガスの排出が原因で、地球の気温が上昇する現象です。

太陽からの光が地球に届く際、一部は地表で反射され、一部は吸収されて地球を温めます。地球はその熱を大気中の温室効果ガスによって保持し、ほどよい温度に保たれていました。

しかし、人間の産業活動やエネルギーの利用等によって温室効果ガス排出量が増加したことで、大気がより多くの熱を吸収し、地球の平均気温が上昇しています。

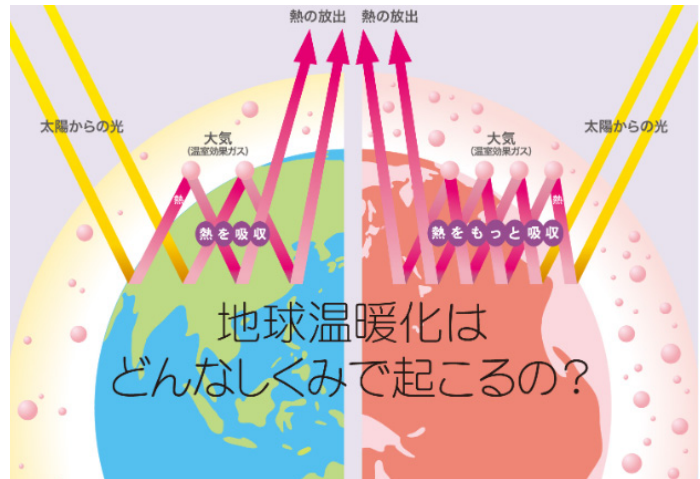


図 1-1 地球温暖化のメカニズム
(出典：全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト)

1-2 地球温暖化がもたらす影響

地球規模で気温が上昇すると、海面上昇や気候変動による異常気象が頻発する恐れがあり、自然生態系や生活環境、農業等への影響が懸念されます。

気候変動に関する国際間パネルが公表した「第6次評価報告書」では、世界平均気温が 2011～2020 年において 1850～1900 年より 1.09℃高くなり、平均海面水位は、1901～2018 年の間に 0.20m 上昇したと報告されました。

特に、2023 年 6～8 月は「史上最も暑い夏」となり、観測史上最高の世界平均気温を記録しました。世界各地で熱波や森林火災が発生し、日本においても記録的な高温に見舞われ、我々の健康で安全な日常生活が脅かされつつあります。

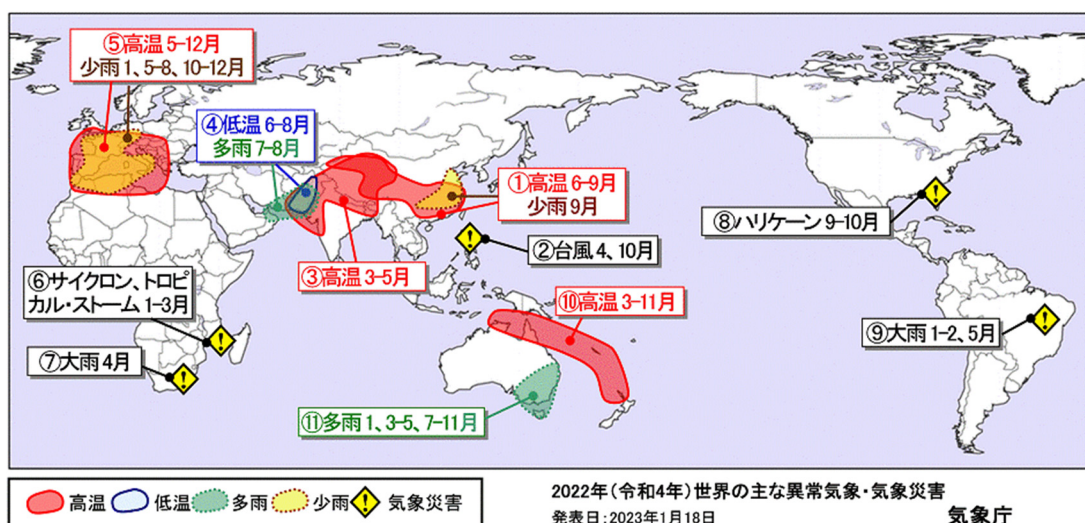


図 1-2 世界の異常気象
(出典：国土交通省 気象庁データ「主な天候の特徴・気象災害」)

1-3 国内外の動き

2015 年に COP21 でパリ協定が採択され、全ての国が地球の気温上昇を産業革命前に比べて 2℃より十分に低く抑えるという目標を掲げ、さらに 1.5℃以内というより厳しい水準に向かって努力し、今世紀後半には温室効果ガス排出量を実質的にゼロにするよう取り組むこととされてから、世界各国では温室効果ガス排出量削減目標を次々に打ち立て、取組を進めてきました。

しかし、国連が 2023 年 11 月 20 日に公表した報告書によると、各国が公表している目標どおりに温室効果ガス排出量を削減しても、今世紀中に世界の気温が産業革命前より 3℃近く上昇すると試算されました。

最も楽観的なシナリオでも気温上昇を 1.5℃に抑えられる可能性は 14%に留まると指摘され、科学者らは気温が 3℃上昇した場合、世界は後戻りできない複数の破滅的な悪影響を招く恐れがあると予測しています。こうした現状を受け、国連のグテーレス事務総長は「現在の傾向は私たちの地球が行き詰まる 3℃上昇に向かって突き進ませている」と述べ、ドバイでの国連気候変動枠組条約第 28 回締約国会議（COP28）の開催を明らかにしました。

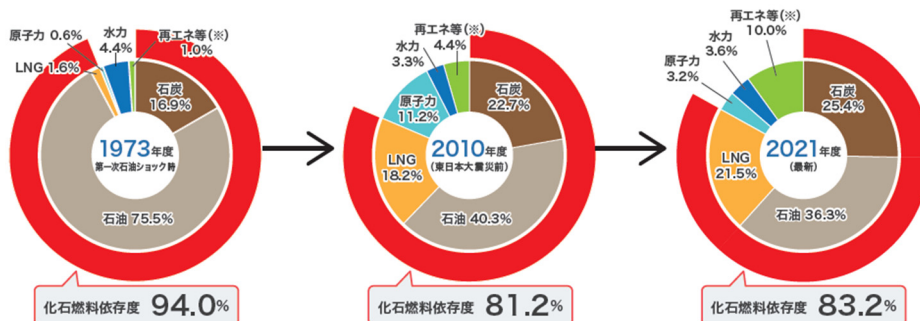


図 1-3 国連のグテーレス事務総長%
(出典：ロイター/Cait)

国内では、2020 年 10 月に、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにして脱炭素社会の実現を目指すことが示され、2021 年 10 月には、地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するための計画「地球温暖化対策計画」が、5 年ぶりに改定されました。

地球温暖化や環境問題のほかにも、国内では少子高齢化・人口減少や地域経済の停滞、災害への備え等、解決すべき課題が多くあります。こうした中で、化石燃料中心のエネルギー利用形態からクリーンエネルギー利用に転換するとともに、経済・社会システム全体の変革をも行う「GX※」による、環境・経済・社会の統合的向上を目指した取組が進められています。

一方、昨今のウクライナや中東情勢の影響を受け、エネルギー価格高騰等の影響が生じる中、化石燃料への依存度は未だ 8 割を超え、エネルギー自給率は 1 割に留まる等、脱炭素化だけでなくエネルギーの安定供給の側面からも、更なる取組の早期の進展が望まれます。



※再エネ等（水力除く地熱、風力、太陽光など）は未活用エネルギーを含む。
※四捨五入の関係で、合計が 100%にならない場合がある。

図 1-4 日本の一次エネルギー供給構成の推移（出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の 2021 年度速報値）

※ GX：グリーントランスフォーメーションの略。化石燃料をできるだけ使わず、クリーンなエネルギーを活用していくための変革やその実現に向けた活動のこと。

1-4 池田市の動き

2022 年 3 月に、本市は 2050 年までに温室効果ガス実質排出量をゼロにする「ゼロカーボンシティ」の実現に向けた取組を推進することを宣言し、再エネ・省エネの取組を実施しています。

太陽光発電の導入においては、市だけでなく、市民団体と連携した取組を行っています。現在、市内 5 か所に市民共同発電所として太陽光発電が設置されています。市民共同発電所は、市民からの出資や寄付等によって集まった資金を使い、再生可能エネルギー発電設備を公共施設に共同で設置するものです。



図 1-5 ゼロカーボンシティ宣言時の様子



図 1-6 市民共同発電所

そのほかの取組として、地球温暖化対策に向けた行動の普及促進に向けた「ふくまる・ひろまる COOL CHOICE」の取組や、再エネ導入や省エネに関する取組への補助事業を行い、市民生活・事業活動における対策を支援し、地球温暖化対策を推進しています。これまでの補助制度・事業としては、以下に示す取組を実施しています。

表 1-1 本市の補助制度・事業の内容

補助制度	実施年度	補助金額
太陽光発電システム設置費補助制度	住宅用： 2008 年度～ 非住宅用： 2012 年度～	出力 1kW あたり 2 万円とし、 住宅用：最大 10 万円 非住宅用：最大 20 万円
家庭用燃料電池システム（エネファーム）設置費補助制度	2015 年度～	対象機器 1 台あたり 3 万円
家庭用蓄電システム設置費補助制度	2020 年度～	対象機器 1 台あたり 5 万円
省エネ家電購入補助事業	2023 年度	最大 4.5 万円



図 1-7 ふくまる・ひろまる COOL CHOICE

2 池田市の現状

2-1 自然的特徴

≫ 地勢・土地利用

大阪府の西北部、大阪都心から北へ 16 kmほどに位置し、西部は猪名川を挟んで兵庫県川西市と接しています。市域は東西に約 3.8km、南北に約 10.3km と細長い地形です。

土地利用では南部の一般市街地が 30.1%、北部の山林が 25.4%と多くの割合を占めます。

≫ 豊かな自然と利便性の高い都市機能

市西部に猪名川、北部には余野川が流れ、北部には五月山や農地等の緑地が広がり、豊かな自然を有しています。

一方、市街地は大阪都心と鉄道等で結ばれ、大阪国際空港や高速道路等広域交通の結節点となっています。

コンパクトな市域の中に森林・農地、都市部や住宅地が存在し、自然と都市の利便性を兼ね備えています。

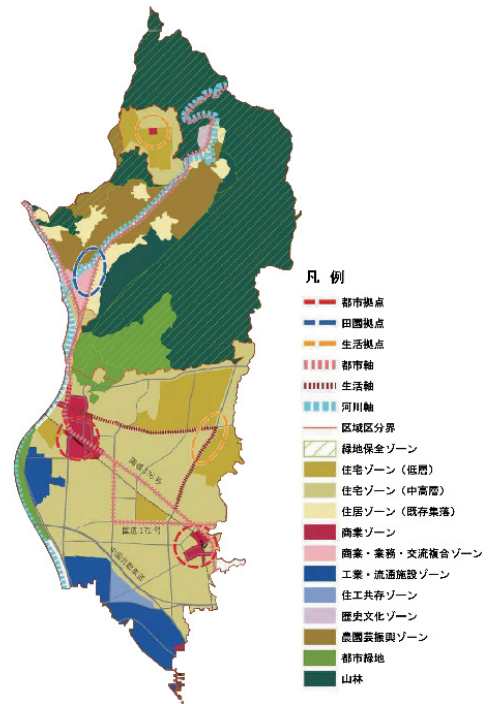


図 2-1 池田市土地利用図

≫ 気候変動による災害

地球温暖化の影響により、本市でも大雨や豪雨、台風の被害は年々増加しています。

本市では特に台風や大雨によって市街地での内水氾濫や、ため池の決壊、斜面での土砂災害、河川での洪水等が予想される地域があり、対策や災害時の備えに対する周知を推進しています。



図 2-2 台風 21 号による被害の様子
(平成 30 年 9 月 4 日)



図 2-3 豪雨による被害の様子
(平成 30 年 7 月 5 日～8 日)

2-2 社会的特徴

本市の将来的な見通しとして、高齢化に伴う社会保障経費増加や税収減少、老朽化した公共施設の更新費用増等、財政のニーズが増えることにより、厳しい財政状況が予想されます。

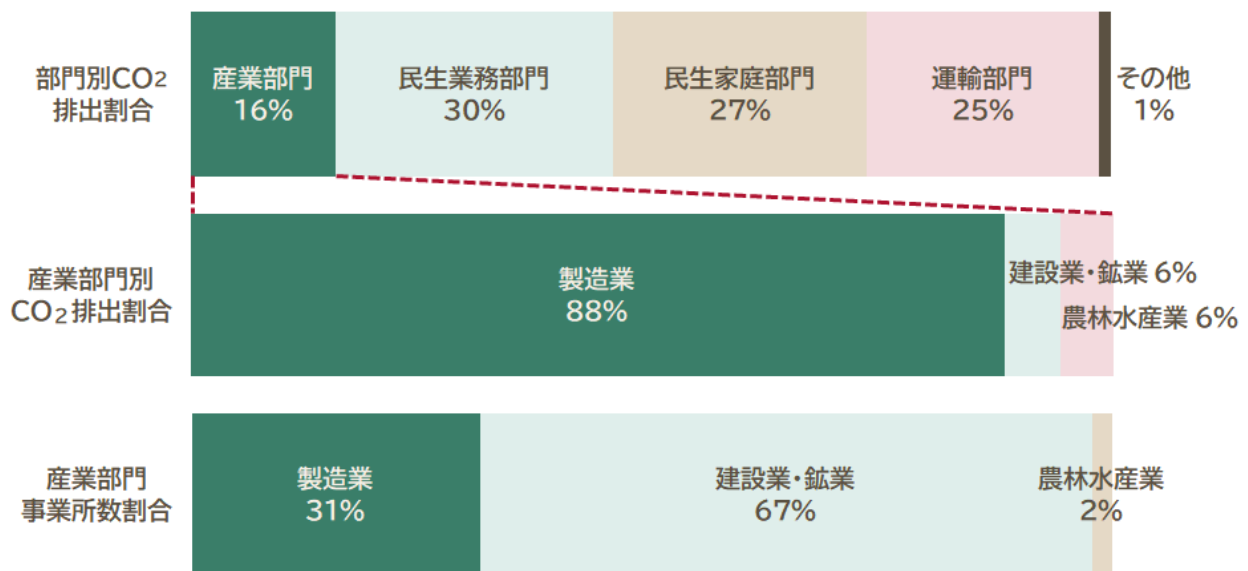
そんな中、私たちが日々使用している電力やガス、石油等のエネルギーは、そのほぼ全てを市外から購入しており、多額の費用が市外に流出しています。推計した結果、本市では、エネルギー購入のために、毎年平均して約 200 億円が市外へ流出しており、さらに、今後 2050 年までこのままエネルギーを購入し続けると、累計約 4500 億円が流出すると試算されました※。これは、市内人口を約 10 万人とすると 1 人当たり約 450 万円の負担になります。

このことから、地球温暖化対策だけでなく、本市の地域経済の維持、将来世代の負担軽減のためにも、持続可能なエネルギーの地産地消が非常に重要であると言えます。

単年度エネルギー収支
約200億円※
の赤字

2023～2050年累計
約4500億円※
市内人口10万人とすると
1人当たり**450万円**の負担

本市において、CO₂ 排出量の割合が大きい部門は主に民生業務・家庭部門、運輸部門、産業部門です。このことから、本市における脱炭素化及び持続可能な発展に向けては、市民・事業者・市が連携して横断的に取り組むことが大変重要であることが分かります。また、製造業においては大規模事業所が立地しており、CO₂ 排出量割合が事業所数の割合に対して非常に大きいことが特徴です。このような大規模事業所では既にゼロカーボン化に向けて取組が進められており、目標の着実な達成に向けて、市としては適切な連携や支援を実施し、協働で取組を進めていくことが望まれます。



※小数点以下は端数処理しているため、合計値が 100%とならない場合があります。

図 2-4 本市における部門別・産業部門別 CO₂ 排出量及び産業部門事業所数割合 (2013～2020 年推計値平均)

※ 市域の燃料種別 CO₂ 排出量推計値 (BAU) に、都道府県別エネルギー消費統計より算出した市域の燃料種別排出量割合及び燃料単価を乗じてエネルギー代金を算出しました。燃料単価は資源エネルギー庁「エネルギーに関する年次報告書」を参考に設定しました。

2-3 池田市の温室効果ガス排出量

本市の温室効果ガス排出量を推計した結果を以下に示します。基準年度となる 2013 年度の温室効果ガス排出量は 438,082t-CO₂ です※¹。2014 年度以降はおおよそ横ばいで推移しており、2020 年度は 434,945t-CO₂ です。

本市の部門別排出状況は、2016 年度から 4 年間、各部門で減少傾向にあります。一方で、2020 年度※² における産業部門、民生家庭部門、運輸部門と燃料の燃焼分野が前年度（2019 年度）と比較して増加している傾向が伺えます。

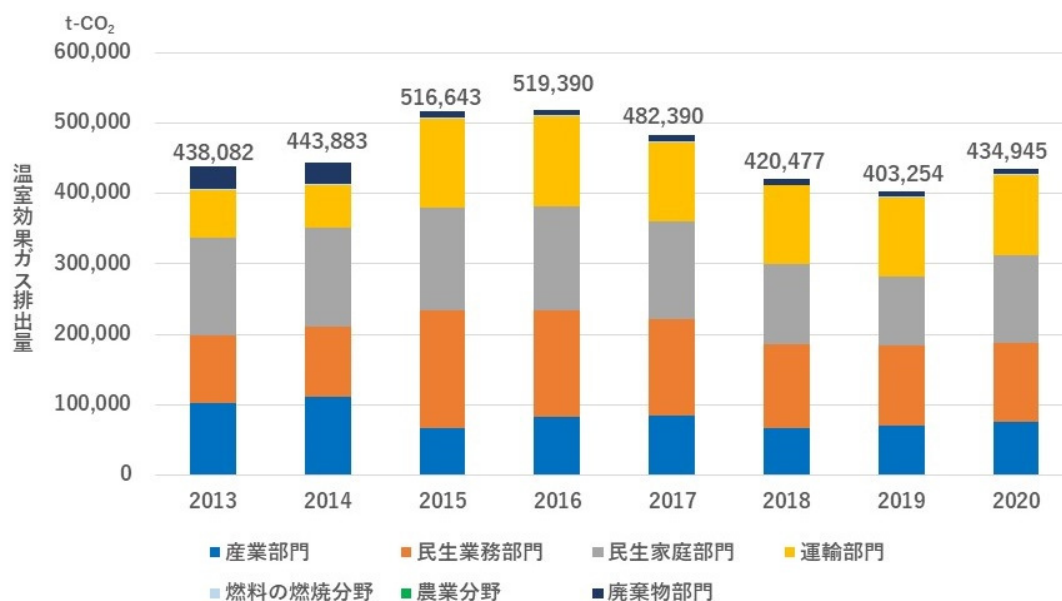


図 2-5 温室効果ガス排出量推移

表 2-1 温室効果ガスの部門別排出量推移

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
廃棄物部門	32,310	31,121	8,122	8,053	7,967	7,790	7,719	7,233
農業分野	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.72	1.72	1.72
燃料の燃焼分野	1,770	1,760	1,630	2,120	2,100	1,690	1,650	1,780
運輸部門	67,000	59,000	127,700	128,050	112,200	111,550	111,340	114,170
民生家庭部門	139,000	142,000	144,950	147,390	139,390	113,160	99,060	124,840
民生業務部門	96,000	98,000	168,360	151,456	136,141	118,745	113,313	110,910
産業部門	102,000	112,000	65,880	82,320	84,590	67,540	70,170	76,010
合計	438,082	443,883	516,643	519,390	482,390	420,477	403,254	434,945

※¹ 廃棄物部門において、2023 年 3 月発行のかんきょうレポートに掲載された数値（項目名「ごみ」）と上記のグラフの数値で異なっている部分があります。かんきょうレポートでは一般廃棄物の焼却から発生した CO₂ 排出量のみを計上している一方、上記のグラフではそれに加えて廃棄物の焼却、埋立、排水処理から排出される CH₄、N₂O も算定に加えたため、数値の差が生じています。

※² 推計した時点において、算定に活用した国勢調査の結果は 2020 年度の数値が最新であるため、2020 年度を最新年度として設定しています。

2-4 2050 年の温室効果ガス排出量

本市において、地球温暖化対策を何も講じなかった場合の温室効果ガス排出量の将来推計を以下に示します。

現状のまま何も対策を取らなかった場合の将来推計は「現状趨勢（BAU：Business as usual）」として示され、これは「なりゆきシナリオ」とも呼ばれるものです。今後の将来の大きな傾向として、市内人口やそれに伴う経済活動等が 2050 年まで徐々に減少していくことに伴い、温室効果ガス排出量は 2020 年度以降減少すると推計されています。2030 年度の排出量は 365,212t-CO₂、2050 年度の排出量は 272,182t-CO₂ という推計結果になっています。



図 2-6 温室効果ガス排出量の将来推計（BAU）

Column1: カーボンロックイン

カーボンロックインとは、化石燃料をベースとするエネルギー利用形態により、温室効果ガスの排出が固定化されてしまうことをいいます。

化石燃料をベースとするエネルギーシステムが採用されると、採用後にクリーンエネルギーへの方向転換がせまられた際にコストがかかり、脱炭素社会への移行を妨害することになります。

インフラの寿命は、およそ 27.5 年とされています。2023 年に導入したインフラは 2050 年頃まで稼働することになり、ちょうど世界が脱炭素化を達成しなければならない時期にあたります。ゼロカーボンシティ実現のためには、炭素集約型のインフラの新設を避け、排出量の多いインフラの早期廃棄を検討する必要があります。

今回の本市における部門別温室効果ガス排出量の将来推計結果を受け、各分野においてどのようなインフラを選択し、どのインフラに投資するかは、将来のあり方を左右する重要な意思決定になると言えます。

2-5 公共施設の温室効果ガス排出状況

市内公共施設においては、病院では入院患者等の受け入れもあることからエネルギー使用量が大きく、下水処理場や浄水場ではポンプ稼働等に必要なエネルギーを使用することからエネルギー使用量が大きくなっており、これらの施設からは多くの CO₂ が排出されています。そのほか、ごみ焼却処理施設や教育関連施設等の CO₂ 排出量が多い傾向です。

今後、公共施設においてもゼロカーボン化を目指していく中で、最初のステップとして現状のエネルギー消費量を削減していくことが重要です。本市では、省エネの取組の一環として、例えば、照明のLED化を進めています。各施設の導入状況について全庁的に調査を実施した結果、LED照明への更新が完了した施設は全体の30%程度であり、未完了施設の多くは予算確保や施設改修によって導入可能となる見込みであるとの回答を得られました。このことから、今後の施設統廃合や、本市の財政状況を考慮しつつ、再エネ等の導入促進と両輪で、省エネについても一層の取組を進めていくことが重要です。

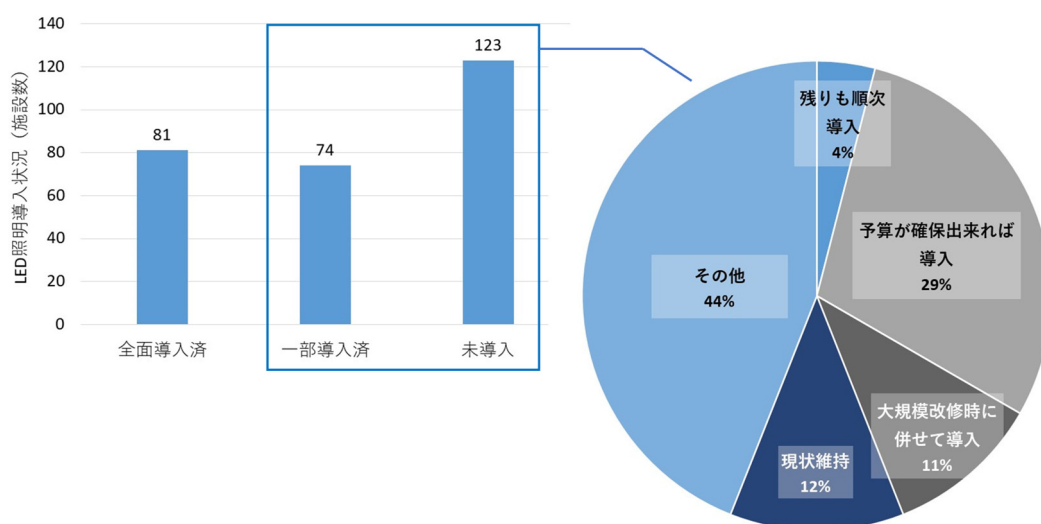
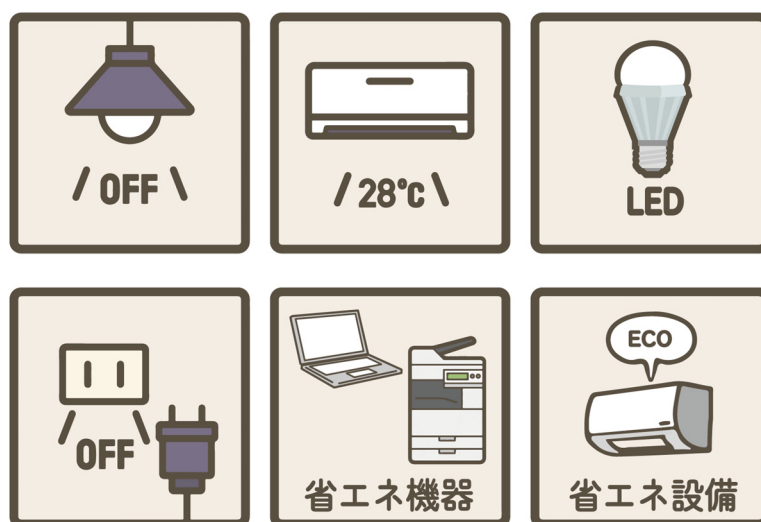


図 2-7 市内公共施設への LED 照明導入状況（左）及び導入予定（右）
（庁内アンケート調査結果により作成）



3 再生可能エネルギー導入ポテンシャル

3-1 再生可能エネルギーとは

再生可能エネルギーとは、資源に限りのある石油や石炭等の化石燃料とは異なり、太陽光・中小水力・地中熱・バイオマスといった、地球資源の一部や自然界に常に存在するエネルギーのことです。再生可能エネルギーは、枯渇せず繰り返し利用することができ、同時に、CO₂等の温室効果ガスを排出しない（増加させない）環境にやさしいエネルギーです。また、再生可能エネルギーの設備導入の際に、必要以上の開発を避けるなど、周辺の環境に十分に配慮することで、導入時も環境にやさしいエネルギーとなっています。

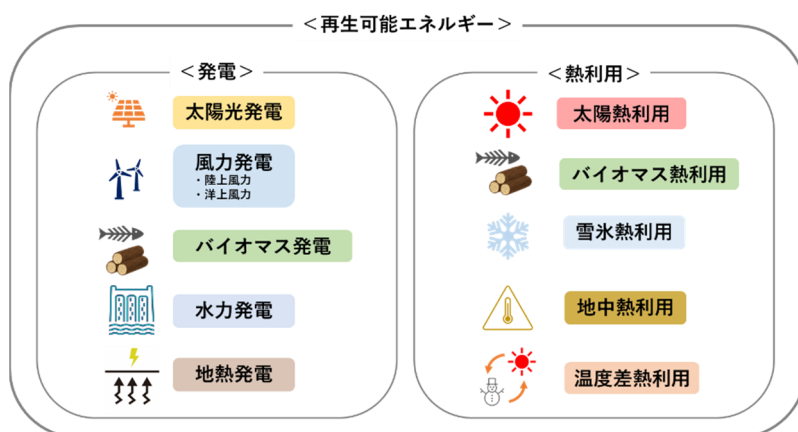


図 3-1 再生可能エネルギーの例

3-2 対象とする再生可能エネルギー

本市は、主に南部を中心に市街地が広がり、導入の可能性がある再生可能エネルギーとしては、建物の屋上等に設置する太陽光発電、地中熱利用、食品廃棄物を活用したバイオマス発電が考えられます。一方、北部には山林が広がり、また植木産業や造園業を営んでいるため、木質バイオマスや風力・水力といった資源の活用が考えられます。このことから、太陽光発電、風力発電（陸上風力発電）、中小水力発電、バイオマス発電、バイオマス熱利用、地中熱利用について、どの程度の導入ポテンシャルがあるのか調査を行いました。

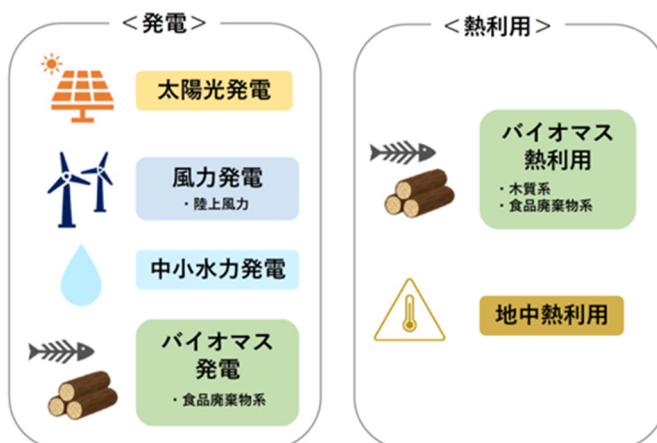


図 3-2 対象となる再生可能エネルギー

3-3 算出方法

再生可能エネルギー導入ポテンシャルは、全自然エネルギーのうち、現在の技術で理論的に取り出すことができる「賦存量」ではなく、例えば土地の傾斜がきつく太陽光パネルが設置できない等、土地利用や法規制等も踏まえて設置可否を考慮したエネルギー資源量である「導入ポテンシャル」を算出します。

下の図3-3において、本調査の算出対象は、緑色の枠で囲まれている箇所が該当します。

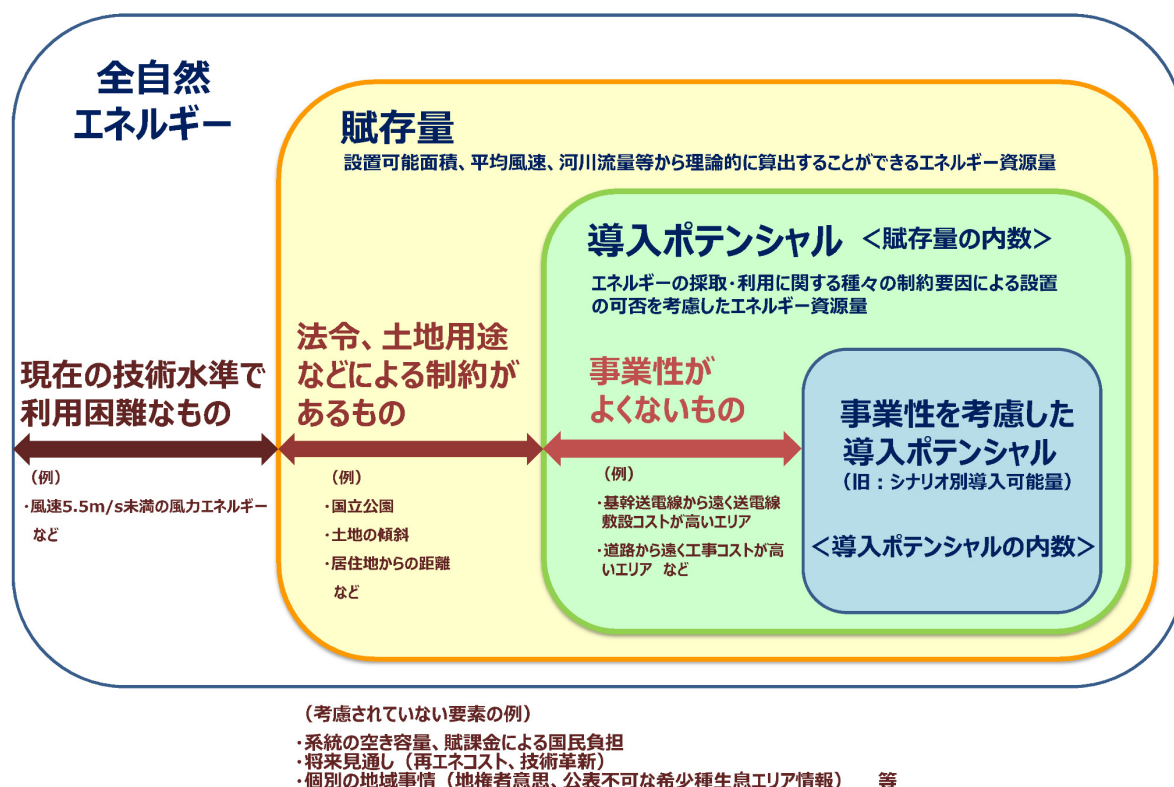


図 3-3 導入ポテンシャルの定義

(出典：「我が国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル 概要資料導入編」(2022年4月/環境省))

3-4 再生可能エネルギーのポテンシャルの結果

各再生可能エネルギーのポテンシャルについて、まとめた結果を以下に、各再生可能エネルギーの詳細を次ページ以降に示します。本市における再生可能エネルギーについては、地中熱の導入ポテンシャルが最も高く、電力利用としては太陽光の導入ポテンシャルが高くなっています。

表 3-1 再生可能エネルギーのポテンシャル

利用形態		導入ポテンシャル	
電力利用	太陽光発電	282,254 (MWh/年)	1,016,114 (GJ/年)
	風力発電（陸上風力発電）	6,108 (MWh/年)	21,990 (GJ/年)
	中小水力発電	1,433 (MWh/年)	5,159 (GJ/年)
	小計	289,795 (MWh/年)	1,043,263 (GJ/年)
発電及び熱利用	バイオマス	17,408 (GJ/年)	
	地中熱	3,474,818 (GJ/年)	
	小計	3,492,226 (GJ/年)	
合計		4,535,489 (GJ/年)	

※電力利用については、熱換算係数（3.6MJ/kWh）を用いて、J（ジュール）に変換しています。

※小数点以下は端数処理しているため、合計値が異なる場合があります。

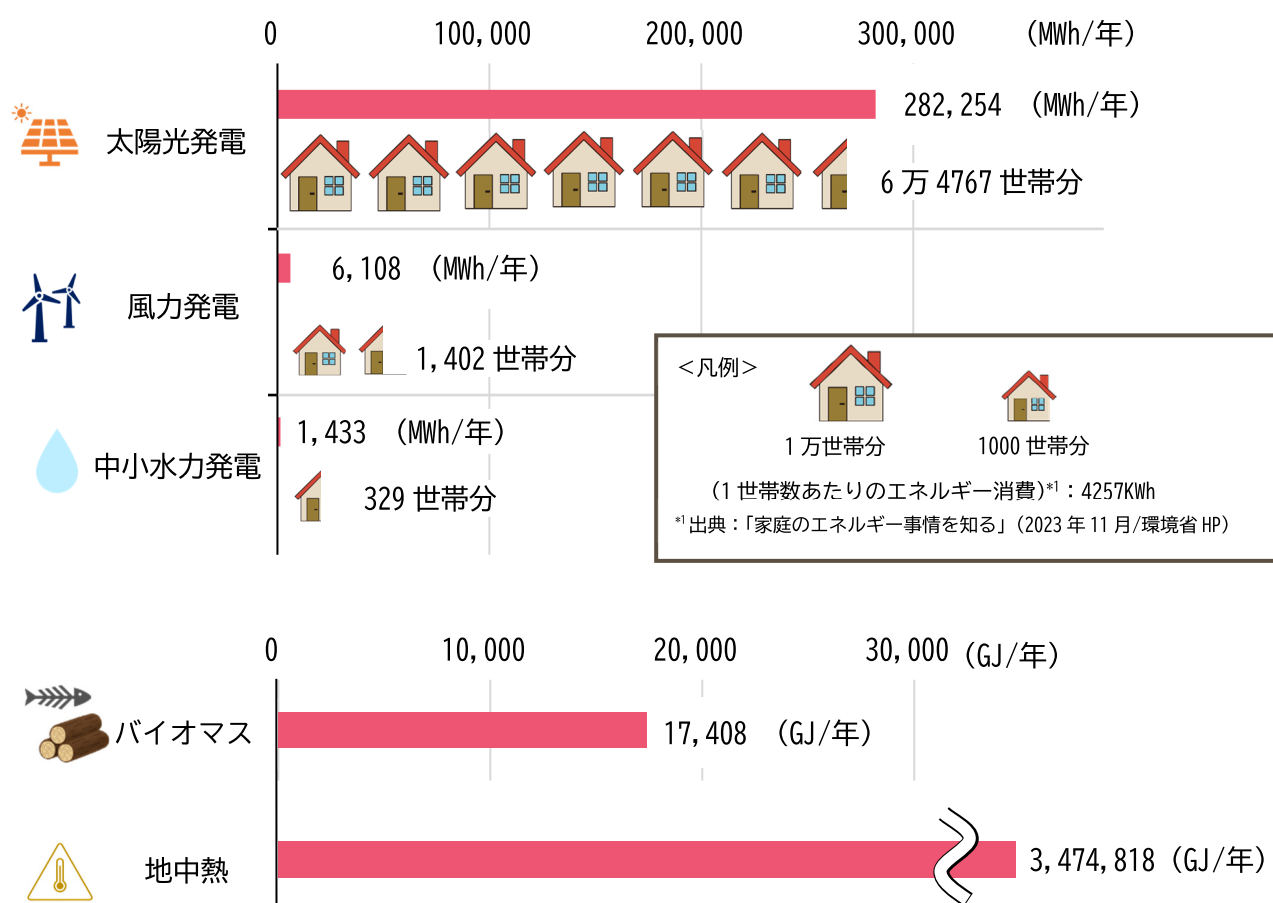


図 3-4 対象となる再生可能エネルギーのポテンシャル

3-5 再生可能エネルギー（発電）ポテンシャル



≫ 太陽光発電とは

太陽光発電とは、シリコン半導体等に光が当たると電気が発生する性質を利用し、太陽の光エネルギーを太陽電池（半導体素子）に当てることによって直接電気を得る発電方法です。太陽光さえあれば発電できるため、狭小なスペースでも面積に応じた電力が得られるメリットがあります。

メリット	✓ 住宅やビルの屋根、狭い土地等小さなスペースでも導入ができる ✓ ほかの再エネに比べて初期導入コストが安く、運転用の燃料等も必要ない ✓ ほかの再エネに比べてメンテナンスの手間が少ない ✓ 屋根に設置することで断熱効果も得られる
課題	✓ 季節や場所、気象条件による発電量のばらつきがあるため、電力の需要（利用量）と供給（発電量）のバランスをとるのが困難 ✓ 夜間はほとんど発電しない ✓ パネルの廃棄に関する技術の確立が求められる

≫ 導入ポテンシャル

計 282,254 MWh/年

REPOS（環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」）の試算によると、本市の太陽光発電の導入ポテンシャルは年間約 28.2 万 MWh（101.6 万 GJ）の電力を発電することができます。今回検討した再生可能エネルギー（発電）の中で、最もポテンシャルの規模が大きいと言えます。

≫ 導入が推奨される場所

住宅・公共施設等といった建築物の屋根や駐車場のほか、荒廃農地やため池等があります。駐車場にはソーラーカーポートという、屋根と太陽光発電設備が一体となった設備の導入が考えられます。



図 3-5 太陽光発電設備イメージ図

※写真（左）：太陽光パネルを屋根に設置して快適に！発電のほか、暑さ対策も（環境省）

※写真（中央）：ソーラーカーポートの導入について（環境省）

※写真（右）：太陽光発電設備導入による、ため池の維持管理への貢献と地域の防災対策（環境省）

≫ 導入事例

池田・府市合同庁舎や市民共同発電所等といった公共施設のほか、住宅への設置も着々と進んでいます。



図 3-6 池田・府市合同庁舎

Column2: 太陽光発電設備のリユース・リサイクル

≫ 現状・課題

太陽光発電は、2013 年 7 月に開始された再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT 制度）により導入が加速し、今後さらなる普及が期待されます。しかし、大規模な導入に伴い、使用済みの太陽光パネルが大量に廃棄されることが予測されます。このため、太陽光パネルを適切に処理できる手段を確保することが重要です。

太陽光発電の循環型社会システムを構築するには、劣化が少ない太陽光発電設備についてはリユースして活用し、使用済みの設備についてはリサイクルを通じて資源を回収して再利用する必要があります。

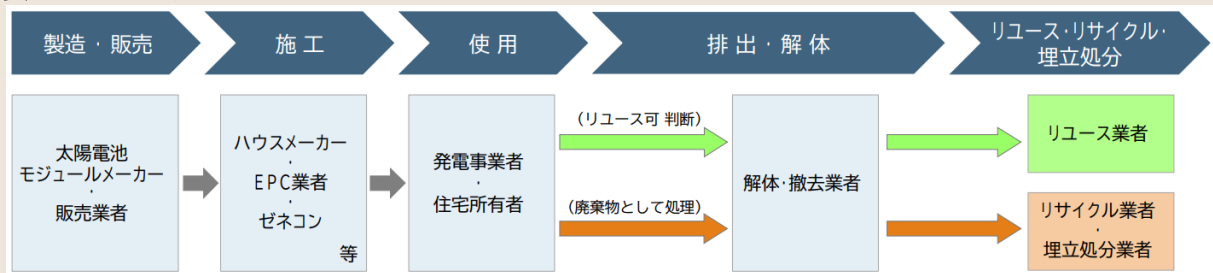


図 3-7 太陽光発電設備のリユース・リサイクル・埋立処分の全体像
(出典：太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン（第2版）)

≫ 廃棄パネルのリユース (Reuse)

2020 年度より、環境省は「太陽光発電設備のリユース促進検討委員会」を設立しました。この委員会では、太陽電池モジュールのリユースにおいて客観的な状態や流通条件、対処すべき事項について検討し、不適切な輸出を防ぎつつ、適切なリユースを促進するためのガイドラインを策定しました。これにより、リユースに適した太陽光発電設備が国内および国外の市場で流通することを目指します。

≫ 廃棄パネルのリサイクル (Recycle)

太陽光パネルは、約 60%がガラス、約 15%がアルミフレームで構成されています。一般的なりサイクル手順では、ジャンクションボックス、アルミ、ガラス、バックシートの 4 つに分解された後、アルミフレーム、ジャンクションボックスに繋がる銅線、ガラス、アルミ、少量の銀は、再利用可能な有価物として取り出されます。

最近では、廃棄された太陽光パネルから取り出した素材を使って、また新たな太陽光パネルを作った成功事例があります。今後、一斉に大量のパネルが廃棄される時代になることを見据え、適切な廃棄手法の周知、及び最新のリサイクル技術を生かした循環の仕組みを取り入れることが重要です。

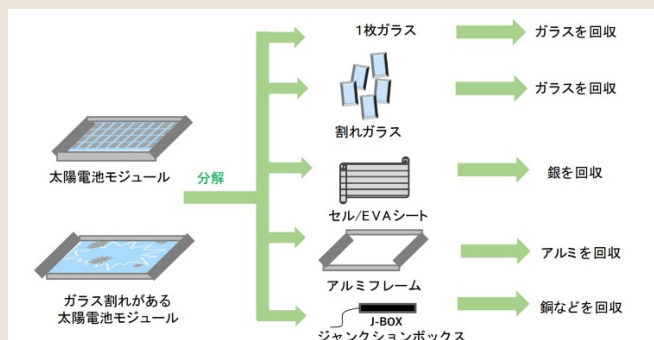


図 3-8 太陽光パネルのリサイクルのイメージ（出典：環境省）



図 3-9 廃棄太陽光パネルのリサイクル例
(出典：岡山 NEWS WEB、2023 年 9 月 15 日)



風力発電

≫ 風力発電とは

風力発電は、風の力を利用して風車を回し、風車の回転運動を、発電機を通じて電気に変換する発電方法で、一定の風速があれば昼夜を問わず発電が可能です。しかし、季節や気候に左右されやすく、年間を通じて一定の風量がある候補地の選定が必要となります。

風力発電には、山間部や海岸部等に設置する陸上風力発電と海上に設置する洋上風力発電がありますが、本市は海に面していないため、陸上風力発電についてのみ検討します。

メリット	✓ 太陽光発電と異なり、風さえあれば夜間でも発電可能である ✓ 運転用の燃料が不要で、大規模に発電ができれば発電コストが火力発電並みである ✓ 風車の高さやブレード（羽根）によって異なるものの、風力エネルギーは高効率で電気エネルギーに変換できる
課題	✓ 導入可能な適地が限られる ✓ 日本では山間部に設置することが多く発電コストが高い ✓ 経年劣化しやすく定期的なメンテナンスが必要 ✓ 季節や気候、気象条件に発電量が左右される

≫ 導入ポテンシャル

計 6,108 MWh/年

REPOS の試算によると、市の陸上風力発電の導入ポテンシャルは年間約 6,108MWh（21,990GJ）の電力を発電することができます。この結果より、本市における陸上風力発電のポテンシャルは小規模であると言えます。

≫ 導入が推奨される場所

山間部等において、常に風速が年平均で毎秒 6.5m 以上であれば、発電量を十分見込むことができます。

本市では、この条件を満たす地域は多くありません。



図 3-10 風力発電所参考例



中小水力発電

≫ 中小水力発電とは

中小水力発電※は、川や用水路等、身近に存在する水の流れる力を使って発電を行う持続可能な再生可能エネルギーです。水の流れる力（流量と落差）があれば、資源を投入しなくても水が流れ続ける限り 24 時間発電できます。昼夜、年間を通じて安定した発電が可能であり、太陽光と比較すると発電機器の設置面積が小さいというメリットもあるため、今後の普及が期待される再生可能エネルギーです。一方で、水の流れる力（流量と落差）がある場所に設置が限られるため、設置場所によっては、河川管理者や水利権者との調整をはじめ、法的規制がある場合や申請が必要となる場合があります。

メリット

- ✓ 運転用の燃料が不要で、水が流れ続ける限り24 時間発電できる
- ✓ 水量が安定していれば発電出力の変動が少なく安定した発電が可能
- ✓ 技術的に確立されている
- ✓ ダムや貯水池といった大規模な開発を必要とせず、自然への影響を最小限に留めることができる
- ✓ 設備稼働年数が長い（40 年以上）

課題

- ✓ 年間を通じて十分な流量と落差の確保が必要
- ✓ 設置場所によっては、土地利用・設備設置への許可が必要である等、制限がある
- ✓ 水の発電利用には水利権や河川法等、法的手続き等煩雑なことが多い
- ✓ 落ち葉やごみを除去するフィルター（除塵機）が必要であり、そのメンテナンスが頻繁に必要

≫ 導入ポテンシャル

計 1,433 MWh/年

REPOS の試算によると、本市の中小水力発電の導入ポテンシャルは、年間約 1,433MWh（5,159GJ）の電力を発電することができます。この結果より、本市における中小水力発電のポテンシャルは小規模であると言えます。

≫ 導入が推奨される場所

年間を通して、一定の水量と落差のある河川や農業用水路への導入が推奨されます。本市の北部を流れる余野川においては、大正時代に設置された小水力発電設備が 1970 年代まで稼働していたことがあります。

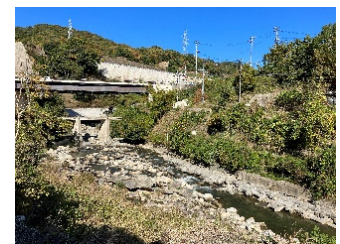


図 3-11 余野川

※ 「中小水力発電」について厳密な定義はないが、出力 1,000kW～100,000kW の範囲が「中小水力発電」と区分されています。（出典：マイクロ水力発電導入ガイドブック（2003 年、新エネルギー・産業技術総合開発機構））



バイオマス

≫ バイオマスとは

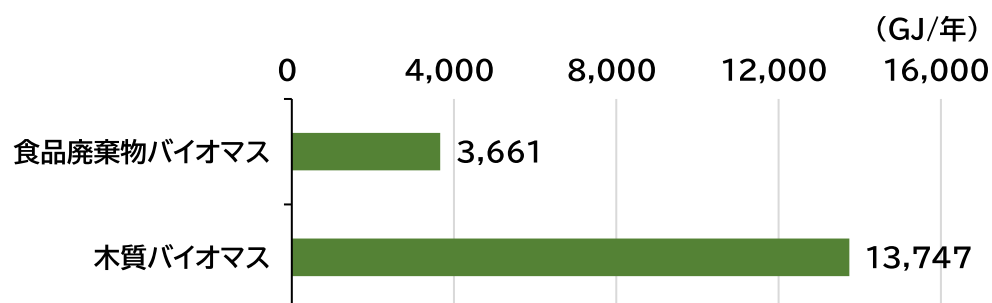
バイオマスとは、間伐材や廃材、家庭からの生ごみや動植物等から生まれた生物資源の総称です。この生物資源を「直接燃焼」、「ガス化」する等して発電したり、燃焼させて熱として利用します。技術開発が進んだ現在では、様々な生物資源が有効活用されています。

メリット	✓ 剪定枝等、廃棄処分されていたものがチップ等の燃料として再生されるため、利用者（市民等）が「資源の有効活用」に参加することができる ✓ バイオマス資源を燃料とした発電では、その際に発生する排熱をエネルギーとして利用することもできるため、効率的である ✓ バイオマス資源を有効活用することで、発生する生物系廃棄物の量を削減することができる
課題	✓ 資源が広い地域に分散していることから、収集・運搬・管理にコストがかかり、小規模分散型の設備になりやすい ✓ 食品廃棄物の利用では、利用可能な廃棄物の適切な分別が必要 ✓ 一般的なストーブやボイラーと比べ、木質バイオマスに使用するストーブやボイラーは導入費用が高い

≫ 導入ポテンシャル

計 17,408 GJ/年

本市のバイオマスの導入ポテンシャルは、食品廃棄物バイオマス発電及び熱利用で 3,661GJ/年、木質バイオマスの熱利用で 13,747GJ/年、合計 17,408GJ/年であり、最もポテンシャルが大きかったのは、本市の植木産業の廃棄物を含む木質バイオマスでした。木質バイオマスのポテンシャル調査では、本市の造園事業者等に剪定枝の発生量等のアンケート調査にご協力頂き、導入ポテンシャルを算出しました。



※食品廃棄物バイオマス： 家庭の生ごみ、外食産業等の食品残さを利用して、微生物によりメタン発酵してバイオガスを生成し、発電を行うもの。
 木質バイオマス： 剪定等で発生する木材をチップ燃料等に加工し、燃焼させることで熱利用を図るもの。



地中熱

≫ 地中熱とは

地中熱とは、地表からおおよそ 200m 程度までの浅い地盤中に存在する熱エネルギーです。大気の温度に対して、地中の温度は地下 10～15m の深さになると、年間を通して温度の変化が少なくなります。そのため、夏場は外気温度よりも地中温度が低く、冬場は外気温度よりも地中温度が高いことから、この温度差を利用し地中熱ヒートポンプを利用することで、効率的な冷暖房等を行うことができます。

メリット

- ✓ 空気熱を熱源とするヒートポンプ（エアコン）が利用できない、外気温-15℃以下の環境でも利用可能
- ✓ 放熱用室外機がなく、稼働時騒音が非常に小さい
- ✓ 地中熱交換器は密閉式なので、環境汚染の心配がない
- ✓ 冷暖房により発生する熱を屋外に放出しないため、ヒートアイランド現象の緩和につながる

課題

- ✓ 設備導入（削井費用等）に係る初期コストが高く、設備費用の回収期間が長い

≫ 導入ポテンシャル

計 3,474,818 GJ/年

REPOS による調査では、本市の地中熱ポテンシャルは 3,474,818GJ/年と試算されています。

地中熱の利用にあたっては、地質調査ボーリングや電気探査等により、地下の地質構造や地下水の状況を把握する必要があります。また、地質等に応じて個々に効率的な設備配置・構造について検討する必要があります。

≫ 地中熱ヒートポンプとは

地中熱ヒートポンプとは、ヒートポンプの熱源として空気熱の代わりに地中熱（夏：15～20℃、冬：10～15℃）を利用する方法です。地中熱を利用することにより、空気熱源ヒートポンプで同じ温度の熱を作り出すよりも少ない電力で済み、その結果、節電が可能になります。

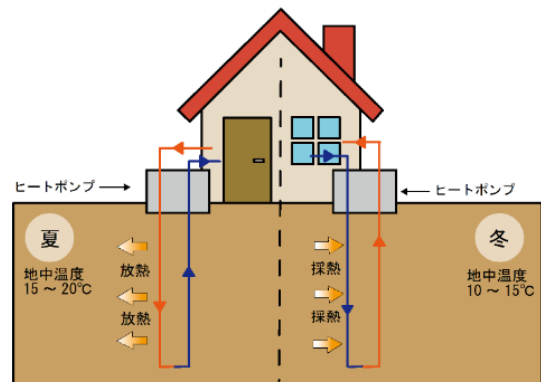


図 3-1 2 地中熱ヒートポンプイメージ図

Column 3：下水汚泥の処理に関する考え方

≫ 下水汚泥とは

各家庭から出た汚水（台所、洗濯、風呂、トイレなどの排水）は、下水管を通して下水処理場へと送られます。下水処理場では、活性汚泥法という方法で汚水を処理します。活性汚泥法とは、微生物を用いて汚水に溶けている有機物を沈殿分離させ、きれいな水だけを川に流す方法のことであり、その際に沈殿したものが下水汚泥です。

≫ 下水汚泥の使い道

下水道の普及とともに増え続ける下水汚泥ですが、埋め立てて処分するという従来の対応策では、環境への負荷、埋立処分地の確保など多くの問題があります。そこで、汚泥を再資源化する技術が注目を集めており、主にエネルギー利用、緑地・農地利用、建築資材利用の3つが考えられています。

エネルギー利用の場合、下水汚泥を原料として、微生物によりメタン発酵してバイオガスを生成し、発電を行います。本市で発生する下水汚泥を利用する場合、得られる熱エネルギーは、17,465GJ/年程度であり、これを発電に使用すると、1,552MWh/年程度の電力を得ることができると考えられます。緑地・農地利用の場合は、コンポスト化して肥料にするなど、農作物の生産力の維持に役立てることができ、建築資材利用の場合は、下水工事の埋め戻しに利用されるほか、コンクリート、レンガ等の原料として利用することができます。

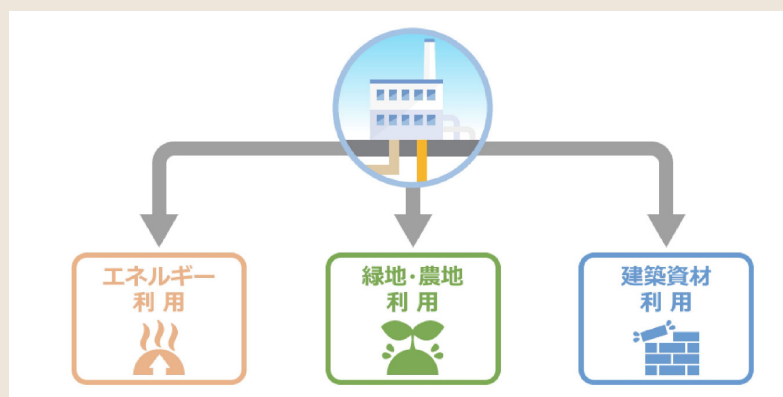


図 3-13 下水汚泥利用のイメージ図
(出典：公益財団法人日本下水道協会)

≫ 循環型社会の実現に向けた下水汚泥の活用法

我が国では、カーボンニュートラルの実現だけでなく、食料安全保障の強化が重要な課題となっています。食料安全保障の強化は、世界的な食糧生産の不安定化、輸入製品の価格高騰、輸出規制などによる供給の不安定化を背景として、農作物、生産資材等の輸入依存から脱却し、国内生産を増大させることを掲げています。

このことを踏まえ、下水道事業を通じた循環型社会の実現への貢献をさらに拡大するため、下水汚泥は肥料としての利用を最優先し、最大限利用することが求められています。本市においても、可能な限り下水汚泥を肥料として利用していくことを目指します。

Column 4： ごみ焼却処理施設における廃棄物発電導入ポテンシャル

≫ 廃棄物発電とは

廃棄物発電とは、廃棄物の燃焼時に発生する廃熱をボイラーで回収し、タービンによって発電機を回すことで発電する方式です。廃棄物発電では、燃料として可燃ごみを利用するため、化石燃料を必要とせず、地域で発生したごみを燃料資源として利用することができます。

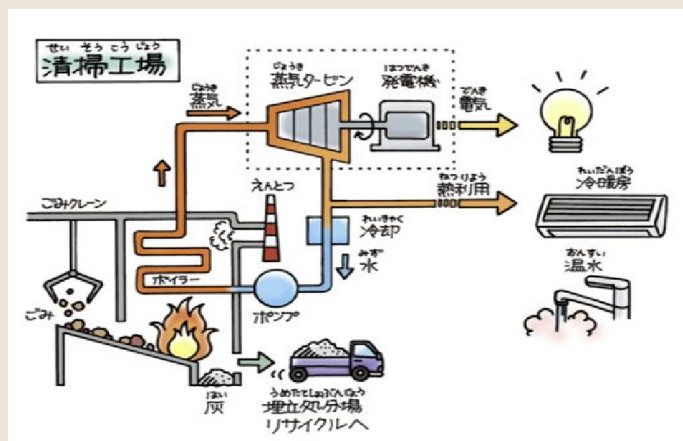


図 3-14 廃棄物発電イメージ図

(出典：一般社団法人産業環境管理協会 資源・リサイクル促進センター)

≫ ごみ焼却処理施設（池田市クリーンセンター）の役割

クリーンセンターには、家庭ごみや直接搬入ごみ、事業系ごみ等の一般廃棄物（廃エアコンや廃テレビ等の特別管理一般廃棄物を除く）が日々集積されます。集積された後、資源化物や不燃物、可燃物等に分別されます。可燃物はクリーンセンター内の施設で焼却されます。

≫ 廃棄物発電導入ポテンシャル

本市で発生する一般廃棄物の焼却量は、年間 28,000t 程度で推移しています。クリーンセンターにおいて、これらを燃焼する際に得られる熱エネルギーは、319,900GJ/年程度となります。燃焼により得られた熱エネルギーを発電に使用すると、22,215MWh/年程度の電力を得ることができる計算になります。

このことを踏まえ、今後クリーンセンターの施設更新・改修の際には、廃棄物発電の可能性を検討することが重要です。

4 池田市脱炭素シナリオと将来ビジョン

4-1 脱炭素シナリオ

様々な社会条件の変化（人口推移等）を考慮しながら、脱炭素社会の実現へ向けた社会全体の変化（エネルギー利用の効率化、排出係数の少ない電力の増加等）や、想定される政策（省エネ機器の導入、市域の再生可能エネルギーの増加、電気自動車等の普及促進等）をインプットして作成した目標設定が脱炭素シナリオです。今後、これを参考に、本市の脱炭素へ向けた施策検討を行います。

4-2 BAU シナリオ

BAUとは、「business as usual」の頭文字を取ったもので、様々な社会条件の変化（人口推移、経済成長度合い等）は考慮するものの、今後、追加的な脱炭素対策を見込まないまま温室効果ガスの排出が推移した場合を示すものです。

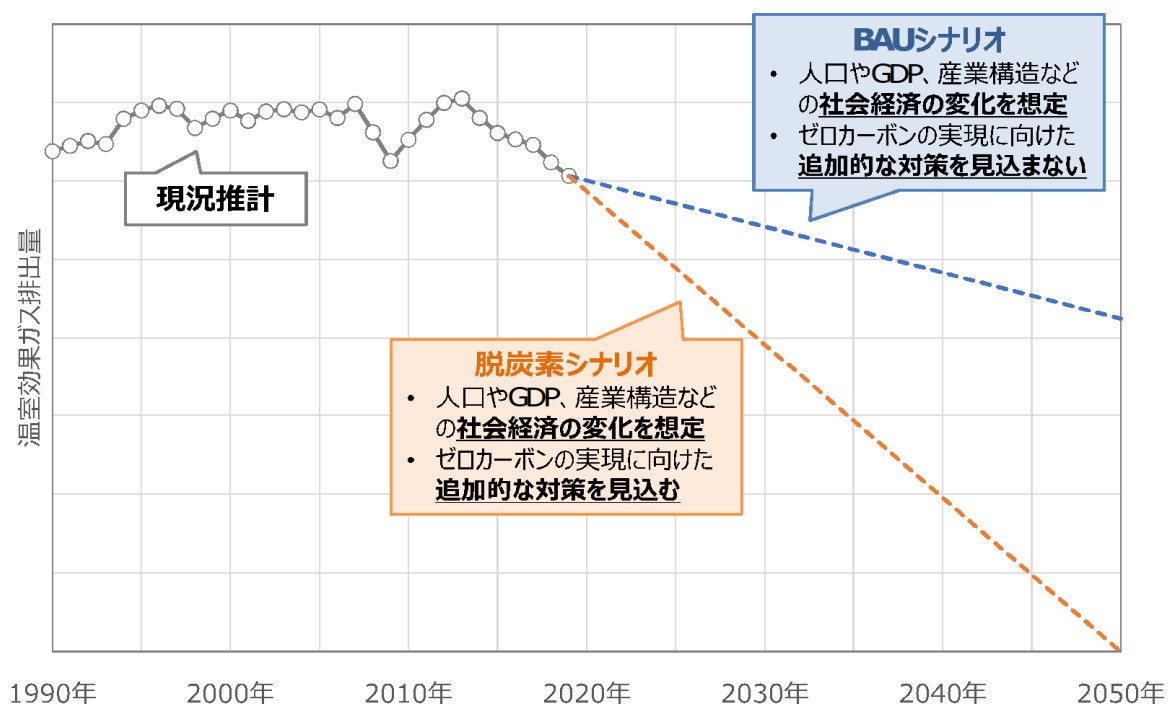


図 4-1 BAU シナリオと脱炭素シナリオのイメージ
（出典：環境省（2021）「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料 Ver1.0」）

4-3 池田市脱炭素シナリオ

本市において 2050 年にゼロカーボンシティを実現するためには、徹底した省エネルギー化のほか、化石燃料からの電化を含めたエネルギーの転換、再生可能エネルギーのより一層の導入推進、エネルギー供給側の燃料・電力の脱炭素化などの取組が必要となります。

本市では、これらの取組により、温室効果ガス排出量を 2030 年に 46%削減（2013 年比）することを目指し、2050 年にはゼロカーボンシティの実現を目指します。

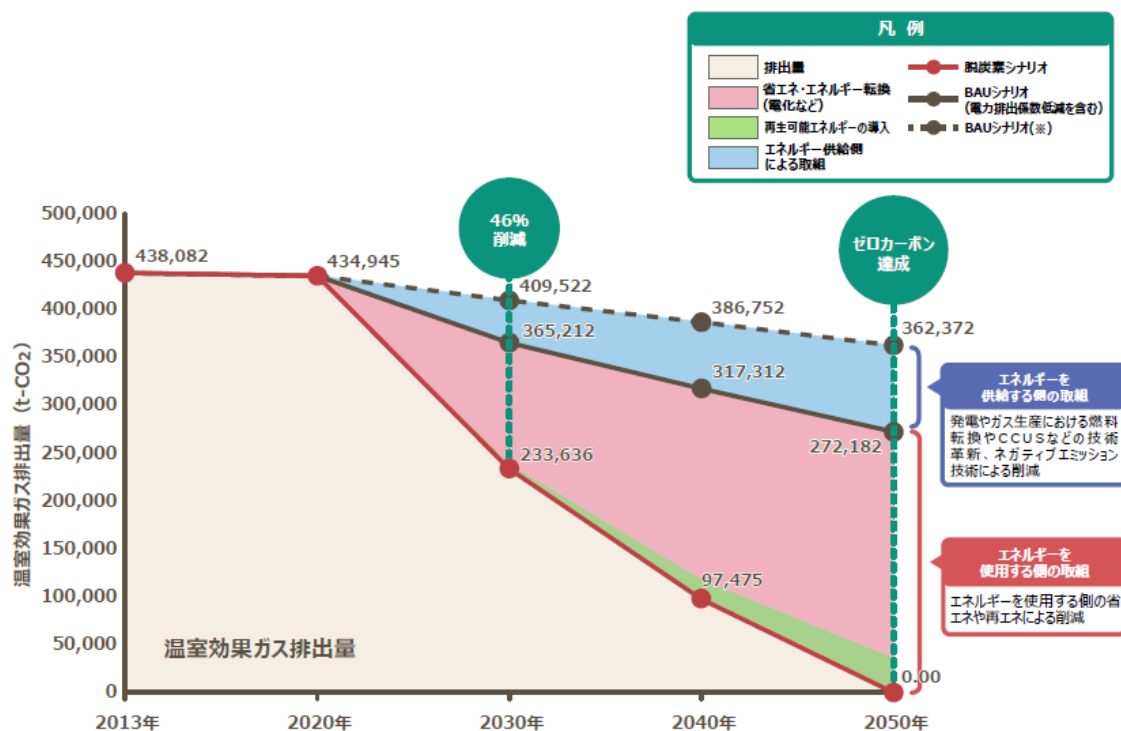


図 4-2 池田市の脱炭素シナリオ

※図中点線は、2050 年に向けて電力排出係数が変化せず、温室効果ガス排出量低減に向けた対策を行わなかった場合を示します。

表 4-1 部門ごとの温室効果ガスの削減量（2013 年比）

カテゴリー		2030 年		2040 年	2050 年
		t-CO ₂	削減率	t-CO ₂	t-CO ₂
削減量 (2013 年比)	産業部門	57,421	56%	79,710	102,000
	民生業務部門	56,148	58%	76,074	78,380
	民生家庭部門	56,059	40%	97,530	120,130
	運輸部門	18,079	27%	42,539	67,000
	非エネ部門	11,682	34%	23,981	34,082
	部門共通 (再エネ導入)	5,057	-	20,773	36,489
合計		204,447	46%	340,607	438,082

※小数点以下は端数処理しているため、合計値が異なる場合があります。

4-4 2050 年ゼロカーボンシティ実現に向けた将来ビジョン

本市の地域及び社会を構成する主要な要素において、現状を踏まえた上で 2050 年にあるべき姿を以下に示します。今後、これを本市における将来ビジョンとして、それぞれの分野、部門での取組を推進します。

エネルギー・資源	○太陽光発電の導入 住宅や工場、事業所の屋根等への太陽光発電設備の設置と、発電された電力の自家消費が促進されている。また、未利用地へのソーラーパネルの設置等、土地の有効活用により、太陽光発電の導入が促進されている。 ○中小水力発電の導入 中小水力発電による電力の供給が図られている。 ○バイオマスの活用 バイオマス発電及び熱利用のための施策（剪定枝、食品廃棄物等）が行われており、ごみの減量化も実現している。 ○蓄電池、エネファームの導入 家庭用の蓄電池やエネファームの導入が進んでいる。 ○ごみの量の削減、3R の取組の推進 製品の長期的な利用、シェアリング、容器包装の簡素化等により、ごみの発生量が抑制されるとともに、リサイクルも推進されている。
住宅・建物	○ZEB・ZEH の普及 住宅や事業所、公共施設等建築物において、ZEB・ZEH 水準の機密断熱性能を備えた建築物が普及している。
交通	○公共交通機関への次世代自動車の導入 バス等の公共交通機関において、電気自動車、燃料電池自動車等、化石燃料を燃料としない車両への転換が進んでいる。 ○充電スタンドの拡大 次世代自動車の充電スタンドの設置が充実している。 ○自家用車の EV 化 家庭において、電気自動車の普及が進んでいる。 ○交通ネットワークの充実 交通ネットワークが充実し、CO₂ 排出量の削減、市民の移動手段の確保が図られている。 ○次世代自動車を活用した交通利便性の向上 次世代自動車の活用により、市民の交通利便性の向上とクリーンな交通手段への転換が図られている。
自然保全	○都市緑化 都市部の緑化により暮らしやすい住環境が形成されている。 ○自然と共生する社会の推進 市域の自然を守るとともに、国や府、他自治体との連携を図って、生物多様性を保全・維持している。また、適切な森林管理により、森林保全が図られている。
人・文化	○環境学習の実施 体験型の環境学習やイベントが開催され、市民の環境に対する意識が醸成されている。

前頁の将来ビジョンより、本市のあるべき姿をイラストで表現しました。

再生可能エネルギーや省エネの取組等を推進し、市民、事業者、行政それぞれが主体となり、連携して 2050 年ゼロカーボンシティの実現を目指します。



図 4-3 2050 年ゼロカーボンシティ実現に向けた将来ビジョン

4-5 取組主体ごとの役割・ビジョン

2050 年ゼロカーボンシティを実現するためには、市民、事業者、行政が協調して取組を進めることが重要です。各主体において、2050 年にあるべき姿として、目標達成に向けた役割、ビジョンを以下に整理しました。

≫ 市民



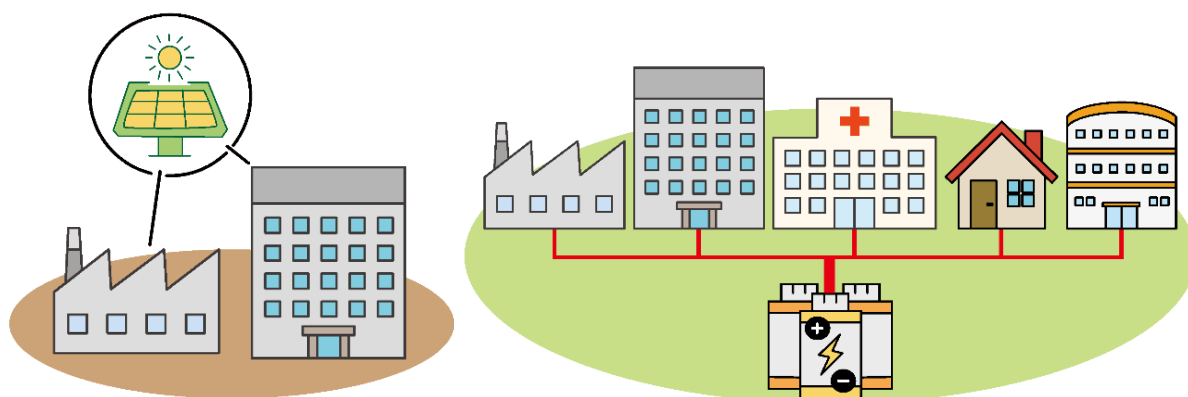
環境問題に目を向け、再生可能エネルギーに対する理解を深めることや、部屋を出るときは電気を消す、移動手段について公共交通機関や自転車を活用する等、日々の生活の中からできることに取り組み、省エネルギーのライフスタイルが定着しています。

さらに、自家用車の EV 化や自宅への充電設備の導入が進むとともに、再生可能エネルギーや省エネ住宅（ZEH）が浸透し、自宅に太陽光発電や蓄電池といった設備を導入して、エネルギーを自給自足します。

持続可能な社会の実現に向けた意識が醸成され、ごみの減量や分別、3R への取組等、身近なところから一人一人が主体的に行動するようになります。

これらにより、環境にやさしく快適に、かつ経済的な生活が実現し、誰もが住みよい環境を構築します。

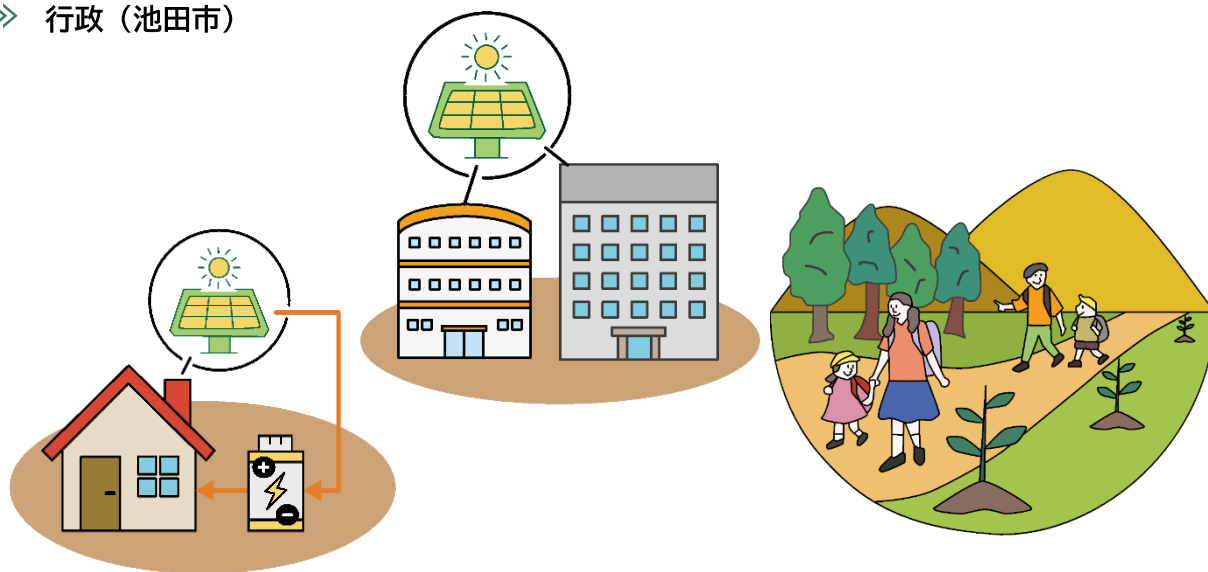
≫ 事業者



エネルギーに対する理解を深め、事業所への再生可能エネルギーや省エネルギー性能の優れた設備の導入、ZEB 化の推進を行います。さらに、複数の建物を熱導管等でつなぎ、建物間で電力や熱の融通を行うシステムを導入し、エネルギーを個々ではなく、面的に利用します。このようにエネルギー管理を徹底することで、経済的かつ環境に配慮した事業活動を行います。

また、官民連携により、行政と協働して、ゼロカーボンシティの実現に向けた様々な事業や取組を実施します。これにより、企業の社会的価値を向上するとともに、事業の持続性を向上させます。

≫ 行政（池田市）



公共施設への再生可能エネルギーの導入や省エネルギーの取組を進めます。市民や事業者に対して、再生可能エネルギーに関する情報提供や普及啓発、環境学習の機会の提供を行うとともに、太陽光発電や家庭用蓄電池等、環境にやさしい設備の導入に対して補助金等による支援を行います。

庁内においても、ゼロカーボンシティの実現に向けて全庁的に取り組みながら、官民連携により事業者と協働し、人材育成を含む、様々な事業や取組を実施します。

また、国や府の施策や目標に基づき、その達成を目指すとともに、様々な団体との連携を図ること、ゼロカーボンシティの実現に向けた取組を広域的かつ効果的に実施します。

Column 5 : ZEH・ZEB

≫ ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）

ZEH とは、断熱性能の向上や効率的な設備システムを備え、室内の快適な環境を保ちながら、再生可能エネルギーを活用し、年間のエネルギー消費量がプラスマイナスでゼロとなることを目指した住宅のことです。ZEH を実現する技術には、高性能断熱技術、高効率空調技術、高効率給湯技術、HEMS（ホーム・エネルギー・マネジメント・システム）などが挙げられます。

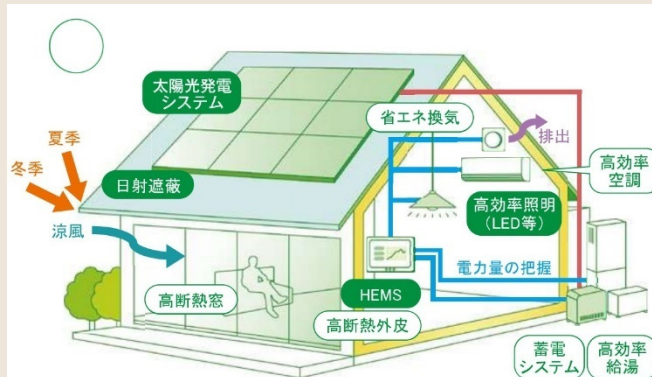


図 4-4 ZEH イメージ図（出典：経産省と環境省 ZEH 補助金パンフレット）

≫ ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）

ZEB とは、日射の遮蔽や自然光の利用、高断熱・高効率な設備を備えながら、太陽光発電などを活用することで、大幅に省エネルギー化された建築物のことです。ZEB には4つの段階があり、消費エネルギーを正味ゼロまたはマイナスまで削減した段階が「ZEB」、25%以下まで削減すると「Nearly ZEB」、50%以下まで削減すると「ZEB Ready」、ZEB Ready を見据えて断熱化や省エネ設備等を導入した、延べ面積が 10,000m² 以上の建物は「ZEB Oriented」と定義されます。

久留米市環境部庁舎では、外皮性能の向上や空調設備等の改修により、一次エネルギー削減率 106%（創エネ含む）を達成し、既設の公共建築物としては日本で初めて「ZEB」の認証を受けました。このような事例を踏まえ、2050 年にゼロカーボン達成の目標に向けて、今後改修・新築を予定する施設・建物においては、エネルギー消費量を最大限削減するための努力が求められています。

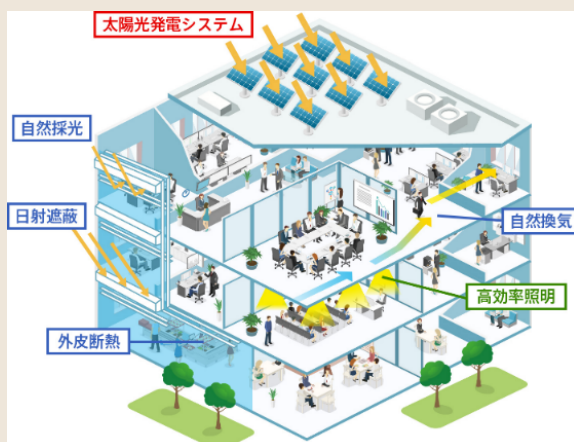


図 4-5 ZEB イメージ図
（出典：環境省 ZEB PORTAL）



図 4-6 久留米市環境部庁舎の太陽光発電設備
（出典：環境省 ZEB PORTAL）

5 再生可能エネルギー導入目標

5-1 再生可能エネルギーの導入目標

再生可能エネルギーの導入目標は、本市の再生可能エネルギーのポテンシャルや、国における導入目標を踏まえ、以下のとおり設定しました。例えば、住宅への太陽光発電設備の導入については、2050 年までに全ての住宅の 50%に導入することを目標としています。

また、市内の植木産業などから発生する木質バイオマスを含むバイオマスについては、2050 年までに導入することを目標としました。

表 5-1 再生可能エネルギーの導入目標

カテゴリー			目標設定の考え方	目標値(GJ)		CO ₂ 排出削減 見込み量 (t-CO ₂)
				2030 年	2050 年	2050 年
発電	太陽光発電	建物系	2050 年までに住宅に 50%、住宅以外の建物に 22%導入することを目指す（国などの目標に準拠）	51, 871	313, 707	17, 353
		土地系	2050 年までに荒廃農地やため池などの利用可能な土地に対し、15%導入することを目指す（国などの目標に準拠）	1, 135	6, 866	13, 233
	中小水力発電		2050 年までに市内の全てのポテンシャルに相当する量を導入することを目指す	-	5, 159	503
発電及び 熱利用	バイオマス	食品 廃棄物	2050 年までに市内の全てのポテンシャルに相当する量を導入することを目指す	-	3, 661	357
		木質 バイオマス		-	13, 747	260
	地中熱		2050 年までに市内の業務・家庭部門における建物の 3%に導入することを目指す（国などの目標に準拠）	-	31, 109	423
合計				53, 006	374, 249	32, 129

※陸上風力発電については、市北部の良好な景観を保全するため目標には位置付けていません。

※発電及び熱利用の CO₂ 排出削減見込み量において、食品廃棄物は電力排出係数、木質バイオマスは A 重油排出係数、地中熱は都市ガス排出係数を用いて算出を行っています。

5-2 再生可能エネルギー導入目標の指標

再生可能エネルギーの導入目標を基に、市民や事業者の皆様にも分かりやすい指標を以下のとおり設定しました。例として、住宅の太陽光発電については、2050年までに市内の24,000世帯に普及していることを、目標に関する指標として設定しました。

表 5-2 再生可能エネルギー導入目標の指標

分類		再エネ目標の指標	
		2030年	2050年
太陽光発電（建物系）	住宅	4,000 世帯	24,000 世帯
	事業所	140 事業所	850 事業所
太陽光発電（土地系）		2,400 m ²	14,500 m ²
中小水力発電		—	1 箇所
地中熱		—	600 箇所

Column 6：市内のエネルギー消費量と再エネポテンシャル

以下に、本市全体の将来のエネルギー消費量と再エネ導入目標を示します。本市は再エネポテンシャルがあまり大きくないことから、将来的なエネルギー消費量の低減を考慮しても、全てのエネルギーを市内で生み出す再生可能エネルギーでまかなうことは難しいと想定されます。

そのため、なるべく市内で再生可能エネルギーを多く生み出し、地域外へのエネルギー代金の流出を少なくするとともに、省エネの取組もますます重要となります。

また、将来的には、再生可能エネルギーの域外からの調達や他自治体との連携も重要となると考えられます。

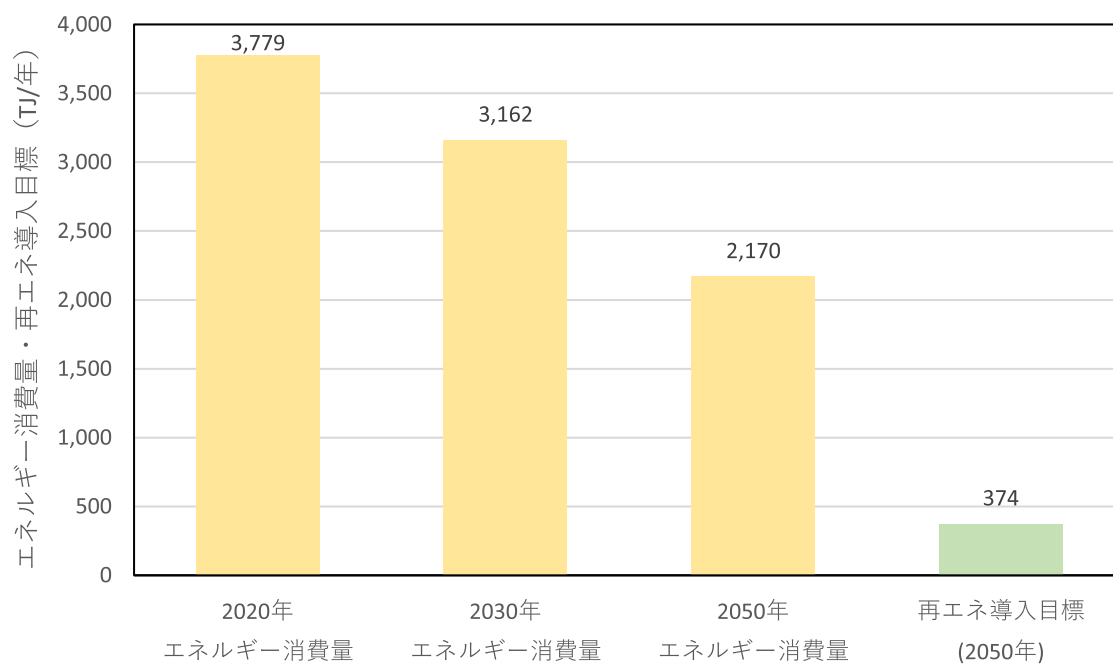


図 5-1 本市全体のエネルギー消費量と再エネ導入目標

参考：省エネルギーの目標

本市では、再生可能エネルギーのポテンシャルが大きいことから、省エネルギーに関する取組も重要です。省エネルギーの目標は、本市の脱炭素シナリオの想定条件を踏まえ、以下のとおり設定しました。例えば、家庭部門については、ZEH の普及や機器の高効率化などの取組により、2050 年までにエネルギー消費量を約 44%削減することを目標としています。

表 5-3 省エネルギーの目標

部門	取組	内容	目標 (2020 年比)		CO ₂ 排出削減 見込み量 (t-CO ₂)
			2030 年	2050 年	2050 年
産業	設備の高効率化	エネルギー消費効率の優れた製造設備、農業機械、建設機械等への更新を促進する。	約 26% 削減	約 46% 削減	47,438
	電力・脱炭素燃料等への燃料転換	産業用ヒートポンプや水素バーナーなど、電力・水素等を使用する設備への転換を促進する。			
業務	ZEH の普及	ZEH 水準の機密断熱性能を備えた建築物の建設・改修を促進する。	約 13% 削減	約 39% 削減	36,351
	機器の高効率化	空調や給湯など、建物で利用する機器について、エネルギー消費効率の優れた製品への更新を促進する。			
	電化・脱炭素燃料等の促進	エアコンやヒートポンプ給湯機など、電力を使用する機器への転換、合成燃料・バイオ燃料の利用を促進する。			
家庭	ZEH の普及	ZEH 水準の機密断熱性能を備えた住宅の建設・改修を促進する。	約 14% 削減	約 44% 削減	46,108
	機器の高効率化	空調や給湯など、住宅で利用する機器について、エネルギー消費効率の優れた製品への更新を促進する。			
	電化・脱炭素燃料等の促進	エアコンやヒートポンプ給湯機など、電力を使用する機器への転換、バイオ燃料の利用を促進する。			
運輸	輸送の低減	リモートワークやオンライン会議等による通勤・業務移動の低減、DX 等による物流効率の改善を促進する。	約 10% 削減	約 25% 削減	97,764
	車両の燃費改善	燃費の優れた自動車、鉄道車両への更新を促進する。			
	電動車の普及	電気自動車、燃料電池自動車など、化石燃料を燃料としない車両への転換を促進する。			

5-3 再生可能エネルギー導入効果による経済効果推計

2050 年に再生可能エネルギーの導入目標を達成する場合、必要となる事業費と、設備導入による経済効果を概算で推計した結果※を以下に示します。

再生可能エネルギー導入目標を達成する場合、太陽光発電設備では 2030 年には約 305,000,000 円/年、2050 年には約 2,268,000,000 円/年、小水力発電では 2050 年には約 27,000,000 円/年の経済効果を創出すると推計されました。また、概算事業費も以下の表のとおり算出していますが、設備の建設を地元企業に発注した場合、この費用が地元企業の売上に繋がり、市内における経済効果として考えることができます。

表 5-4 再生可能エネルギー設備導入による域内経済効果推計結果

太陽光発電	目標値 (GJ)	概算事業費	年間事業効果
2030 年	建物系：51,871 土地系：1,135 合計：53,006	約 3,178,000,000 円	約 305,000,000 円
2050 年	建物系：313,707 土地系：6,866 合計：320,573	約 19,218,000,000 円	約 2,268,000,000 円

小水力発電	目標値 (GJ)	概算事業費	年間事業効果
2050 年	合計：5,159	約 253,500,000 円	約 27,000,000 円

表中語句説明

○概算事業費

設備導入にかかる建設費等のおおまかな費用のこと。

○年間事業効果

目標値を達成した場合の 1 年間における間接的な効果を指します。これは、設備の導入を発端として、取引先産業との取引を通じて波及的に発生する売上であり、取引企業間の販売や、従業員所得の増加及びそれに伴い発生する新たな域内消費を推計しています。

上記の推計結果を踏まえ、地球温暖化対策のほか、不安定な世界情勢に伴うエネルギー価格の高騰、少子高齢化による税収減・財政逼迫等の多様な課題の同時解決に向けて、CO₂ 排出量削減だけでなく、電力の地産地消による地域経済循環や域内雇用の創出、エネルギーの安定供給等、多くの効果が生まれることを見据え、国の施策と連動して取組を推進します。

※ 推計には環境省「地域経済波及効果分析ツール ver5.0」及び経産省実績データを基に算出しており、算定結果は概算での推計値です。バイオマス及び地中熱利用については、利用用途として発電・熱の両方が考えられ、更に導入規模・設備内容が導入対象となる施設の特性に大きく依存することから、推計の対象外としています。

6 脱炭素ロードマップ

6-1 脱炭素ロードマップ

本市の現況及び将来ビジョンを踏まえ、2050 年ゼロカーボンシティの実現に向けたロードマップを以下に示します。今後、このロードマップに基づいて施策を展開し、目標の着実な達成を目指します。赤い星印のついた項目は、本市において重点的に実施していく取組です。

部門	2030年度（中期目標）	2040年度	2050年度（長期目標）
民生家庭・業務部門	★ZEH、ZEBの普及促進		
	★機器の高効率化による省エネの促進		
	電化・脱炭素燃料（バイオマス燃料や合成燃料）等の促進		
	★再生可能エネルギー導入の促進		
		水素、メタネーション等の利用、普及促進	
	★市民・事業者の省エネの促進		
産業部門	資源利用効率の改善		
	★事業における作業効率化、設備の高効率化による省エネの促進		
	電化・脱炭素燃料（バイオマス燃料や合成燃料）等の促進		
	★再生可能エネルギー導入の促進		
		水素、メタネーション等の利用、普及促進	
		CCUS（二酸化炭素の分離回収・貯留・有効利用）の検討	
運輸部門	★車両の燃費改善		
		★輸送の効率化	
	★次世代自動車の普及促進（電気自動車、燃料電池自動車の導入）		
	脱炭素燃料（バイオマス燃料や合成燃料）等の利用促進		
廃棄物部門	★ごみ減量化の促進（食品ロス・ワンウェイプラスチックの低減）		
		バイオマスプラスチックの普及	
	★廃プラスチックのリサイクル推進		
	★3Rの推進、廃油回収して燃料利用		

部門	2030年度（中期目標）	2040年度	2050年度（長期目標）
再生可能エネルギー	★住宅の50%、住宅以外の建物22%に太陽光発電設備を導入		
	★利用可能な土地(荒廃農地やため池等)の15%に太陽光発電設備を導入		
	業務部門の建物3%に地中熱発電を導入		
		ポテンシャル相当量の食品廃棄物・木質バイオマス熱利用を導入	
		ポテンシャル相当量の中小水力発電を導入	
	再エネ電力購入・活用促進	グリーン水素活用の検討	
		★再エネ電力の導入促進(広域連携、市外からの調達を含む)	
	次世代電力マネジメントサービスの導入・拡大		
自然環境の保全	森林保全の推進		
	緑化の促進、公園・緑地整備の推進		
	★生物多様性の保全の推進		
人づくり・推進体制	★地球温暖化対策、ゼロカーボンに対する理解促進、ゼロカーボンシティ担い手の育成		
	★環境学習の推進		
	広域連携の推進		

≫ 用語説明

・メタネーション

CO₂と水素を合成し、メタン（CH₄）を製造する技術です。排出されるCO₂を回収し、リサイクルされたCO₂を使ってメタンを合成するため、大気中のCO₂は増加しません。

・CCUS

「Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage」の略で、分離・貯留したCO₂を利用しようというものです。

・ワンウェイプラスチック

使い捨てのプラスチック製品を指します。

・バイオマスプラスチック

原料として植物等の再生可能な有機資源を使用するプラスチックです。

・3R

Reduce（リデュース）、Reuse（リユース）、Recycle（リサイクル）の頭文字を取った3つのアクションの総称です。

・グリーン水素

水を電気分解し、水素と酸素に還元することで生産される水素を指します。電気分解のために、太陽光等の再生可能エネルギーを利用することで、副産物としてのCO₂を排出しない水素製造が可能です。

6-2 市の特性を活かした施策構想

脱炭素ロードマップを踏まえ、本市の特性を考慮した上で重要と考えられる施策構想を以下に示します。

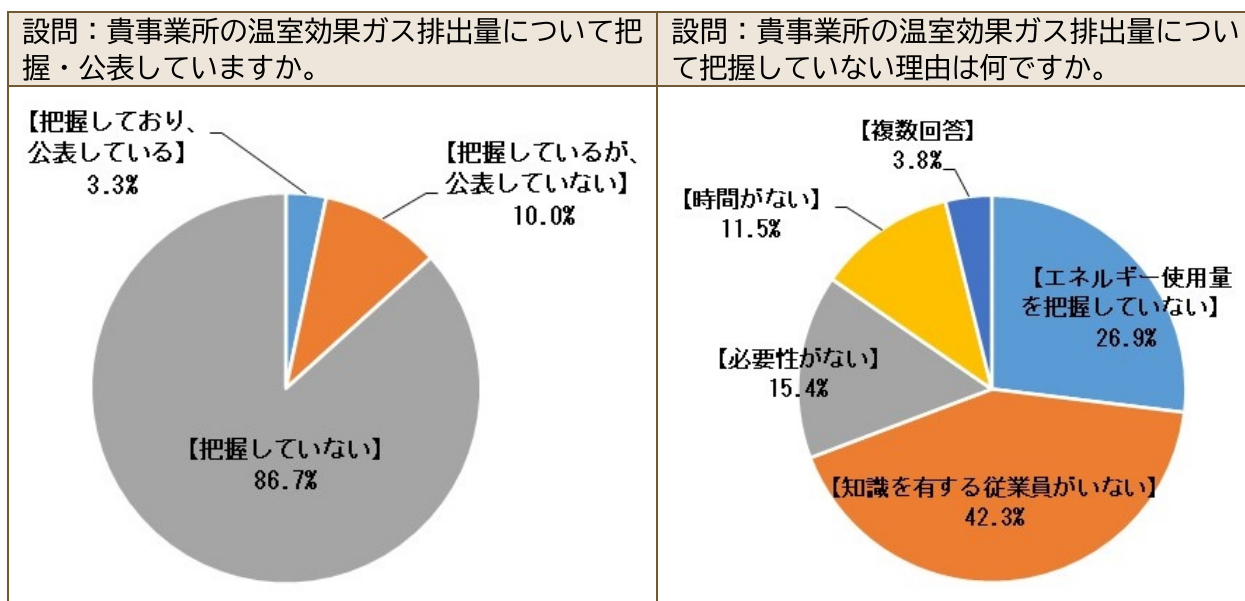
6-2-1 再生可能エネルギー設備導入・省エネルギー推進支援の拡大

温室効果ガス排出割合の多くを民生家庭・業務部門が占める本市においては、住宅や事業所における ZEH、ZEB 等省エネルギーの取組や、太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギー導入を推進することが非常に重要です。

行政としては、本市の地球温暖化防止実行計画（事務事業編）に基づき、公共施設の LED 化を進めるとともに、施設の構造や更新計画を十分考慮した上で、太陽光発電設備や高効率な省エネルギー設備の導入等を順次実施します。また、今後新設する施設については ZEB 化を検討します。

家庭に対しては、太陽光発電設備や省エネ設備の導入に対する補助制度の新設及び拡充、情報周知の徹底を図ります。また、より多くの人々の理解や行動変容を促すため、ナッジを活用した効果的な情報提供を、各種 SNS や広報手段を利用しつつ実施することを検討します。

事業所においては、住宅同様に補助制度の拡充、情報提供をより一層推進していくとともに、事業所における CO₂ 排出量の把握及び削減に向けた支援体制の構築を検討します。また、本シナリオの策定にあたって実施した事業者アンケートの結果、自社の温室効果ガス排出量を把握していない事業所が 8 割以上を占め、その理由として「知識を有する従業員がいない」、「エネルギー使用量を把握していない」等の回答が多くありました。この結果を受け、本市としては事業所に対し、エネルギー利用量の把握、排出量算出のためのツールの提供及び情報提供に努めていきます。



※小数点以下は端数処理しているため、合計値が 100%とならない場合があります。

図 6-1 中小事業者意識調査アンケート結果

Column 7： 市内の特徴を生かした再生可能エネルギー利用

本市において再生可能エネルギーの導入を進めていく中で、太陽光発電だけでなく、地域の特徴を生かした取組を進めることで、CO₂ 排出量削減だけでなく地域の特徴を生み出し、魅力を高めていくことが可能であると考えられます。そこで、活用のポテンシャルがあると想定される事業構想を以下に示します。

ただし、事業実施にあたっては、事業費や費用対効果、利害関係者への影響を十分検証した上で、実施可否を検討する必要があります。

≫ 旧余野川小水力発電所リパワリング事業

本市の北部を流れる余野川には、かつて小水力発電所が存在しました。1922 年に箕面有馬電気軌道によって設置され、出力は130kW で稼働していましたが、1970 年に廃止されました。

現在でも跡地は残っており、跡地前にあるバス停は「発電所前」と名付けられ、利用されています。



図 6-2 余野川小水力発電所跡地及び跡地前バス停

本市において、余野川は小水力発電のポテンシャルを有します。今後、この廃止された発電所を地域の特徴となる、歴史ある小水力発電設備として再興することを検討することができるかもしれません。

≫ 細河の植木を生かした剪定枝バイオマス利活用事業

細河地区の植木は、本市における代表的な特産品の一つです。業界では日本四大産地に数えられており、古くからの伝統ある産業として今日まで生産が行われています。

植木産業では、特に夏～秋にかけて、剪定された枝が多く発生します。

この剪定枝は適切に加工することで、例えば暖房や給湯等において、石油や都市ガスに代わる燃料として燃焼させることで有効活用できる可能性があります。

木材を燃焼させると CO₂ を発生しますが、この CO₂ は植物の成長過程で光合成により吸収されるため、大気中の CO₂ 濃度に影響を及ぼさないというカーボンニュートラルの考え方があります。

このことにより、本市の特色ある産業である植木産業から発生する剪定枝を活用し、化石燃料の代替燃料として活用することで、CO₂ 排出量削減だけでなく、地域産業の魅力向上や域内経済循環に繋げていくことが可能であると考えられます。



図 6-3 細河地区の風景



図 6-4 木質チップ燃料

Column 8： ナッジを活用した実証実験

ナッジ（nudge：そっと後押しする）とは、行動科学の知見の活用により、「人々が自分自身にとってより良い選択を自発的に取れるように手助けする政策手法」のことです。

環境省では、2017～2021 年の 5 年間にかけて、全国のエネルギー事業者 5 社の協力のもと、国内 30 万世帯を対象に、行動科学の知見に基づく省エネアドバイス等を記載したレポート（ホームエネルギーレポート）を送付して、その後の電気やガスの使用量にどのような効果が現れるかを実証しました。

その結果、レポートの送付により、平均で約 2%の省エネ・省 CO₂ 効果が統計的に有意に確認されるとともに、レポートの送付停止後も同程度の効果が少なくとも 1 年間継続することが統計的に有意に確認されました。事業を実施した 4 年間での累積の CO₂ 削減量は 47,000t に及び、効果の持続により、今後累積で 111,000t の CO₂ 排出が削減されることが推計されています。これは、41,000 世帯の年間 CO₂ 排出量に相当、または約 135,000 台の冷蔵庫買替効果に相当します。

適切な情報や行動変容のヒントを提供することで、民生家庭部門において一定の効果が持続的に創出されることが明らかになりました。このような事例を参考に、本市においても適切な情報発信手法のあり方を検討します。

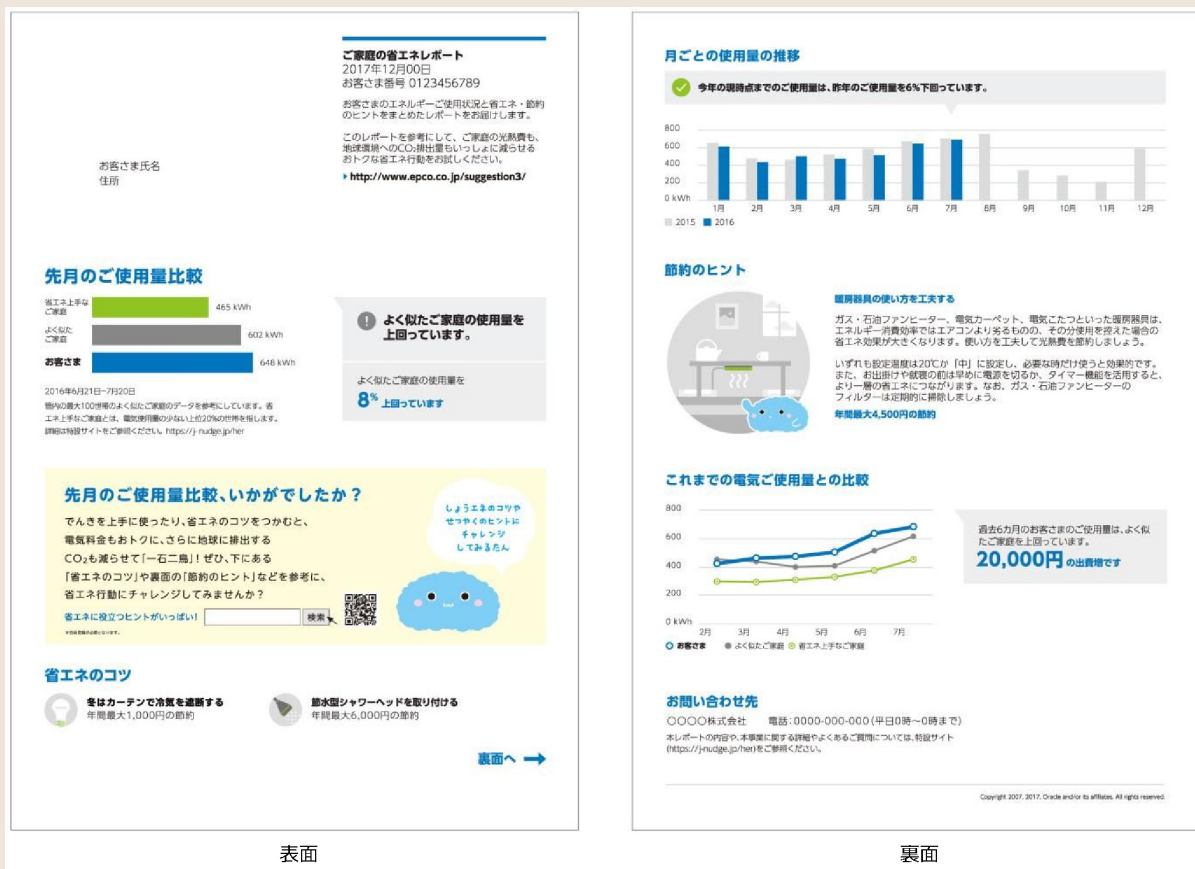


図 6-5 環境省ナッジ実証事業 省エネレポート（出典：環境省ナッジ実証事業、日本オラクル株式会社 HP）

6-2-2 次世代自動車の普及促進

本市における温室効果ガス排出量割合において、運輸部門は全体の約 3 割を占めています。大手自動車産業も市内に存在することから、官民連携で次世代自動車への利用転換による CO₂ 排出量削減に向けた取組を促進することが望まれます。

本市における主な傾向として、池田市地域公共交通計画（2022 年）によると、山間部に位置し傾斜地が多い市北部において自家用車利用の割合が高く、比較的平坦な土地である市南部では自転車利用が多くなっています。

その一方で、EV 充電スタンドは市南部に集中しており、その台数は 2023 年度時点で 7 基のみであることから、次世代自動車を利用しやすい環境整備に向けてはまだまだ課題がある状況です。

次世代自動車の普及を促進するために、まず電気自動車充電スタンドの整備を拡充し、安心して次世代自動車を利用できる環境を整備するとともに、次世代自動車購入への補助金制度や情報提供を実施することを検討します。



図 6-6 市内充電スタンド設置箇所
(参考：国土地理院地図、GoGoEV より作成)

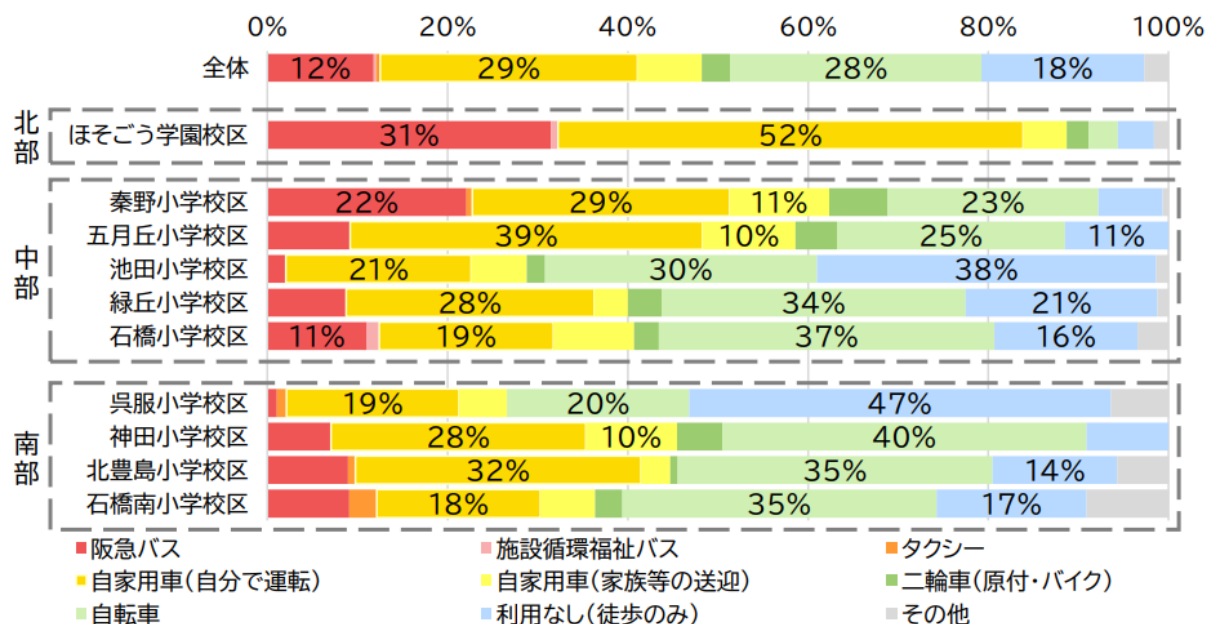


図 6-7 本市における地区ごとの主な移動手段（出典：池田市地域公共交通計画（2022））

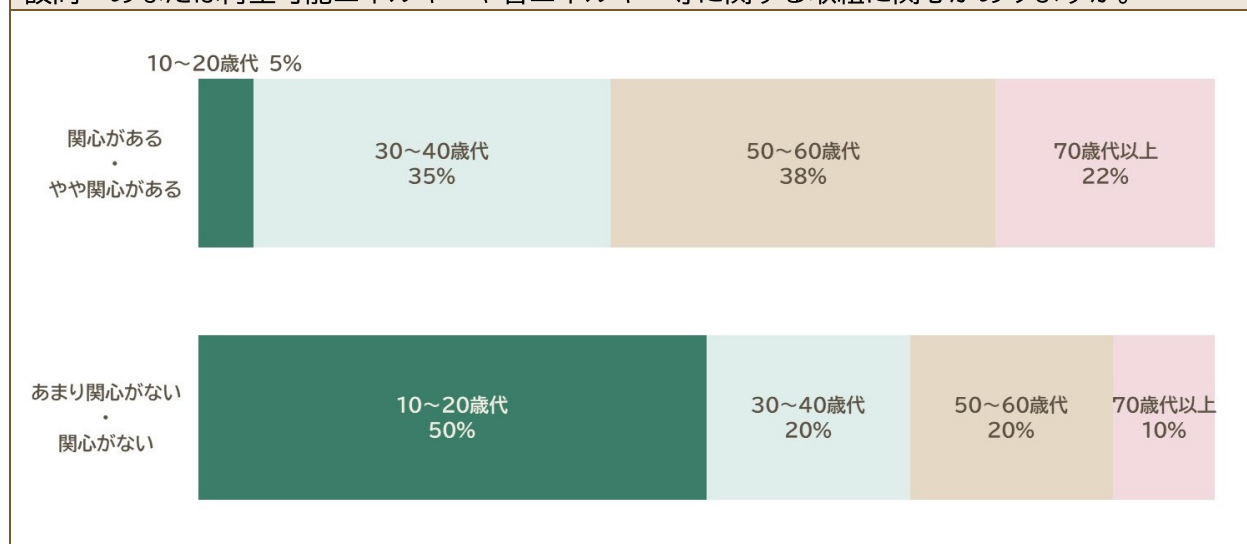
6-2-3 環境学習の推進

本市では、2015年3月に「池田市環境学習基本方針」を策定し、「身近な自然や社会への理解を持ち、多様な視点から考え、行動できる人・地域づくり」を目標像として掲げ、取組を進めています。

例えば、小学校を中心とした取組支援として、環境学習を支援するヒントサイト「池田市地域まるごと環境学習」を作成し、授業の素材の提供や出前授業の実施例を紹介しています。また、教員からの相談内容や要望に応じた企画提案を行い、必要であれば各種団体や市役所の担当部署との橋渡し役として連携しながら、オーダーメイドな授業づくりの支援に取り組んでいます。

一方、本シナリオの策定にあたって実施した市民アンケートの結果を見ると、比較的若い世代において、再生可能エネルギーや省エネルギーに関する意識が希薄である傾向が見られました。このことから、市民、特に次世代を担う若年層の地球温暖化対策に関する機運の醸成を図ることが重要です。

設問：あなたは再生可能エネルギーや省エネルギー等に関する取組に関心がありますか。



現在、本市では、地球温暖化対策について自分ごととして考え、体験する学習機会を創出するため、身近な生活環境に関する体験型教育メニューの提案やイベントを実施しており、今後もメニューの拡充を検討する等、環境学習のさらなる推進を図ります。



図 6-8 (左)：2022 年度「さあ、夏休み！親子で学ぼう環境講座」イベント時の様子、(右)：教員配布用出前授業メニュー

7 参考資料

7-1 脱炭素シナリオ検討の手順

脱炭素シナリオの検討手順は以下のとおりです。

【脱炭素シナリオの検討手順】

- 1) 目標年度や基準年度を決定
- 2) 現状の温室効果ガス排出量を算定
- 3) CO₂ 吸収量を算定【相殺する】
- 4) 複数パターンで温室効果ガスの排出量を推計
- 5) 将来のエネルギー消費削減量やエネルギーの転換を検討【減らす・変える】
- 6) シナリオごとに再生可能エネルギーの導入量を検討【増やす】

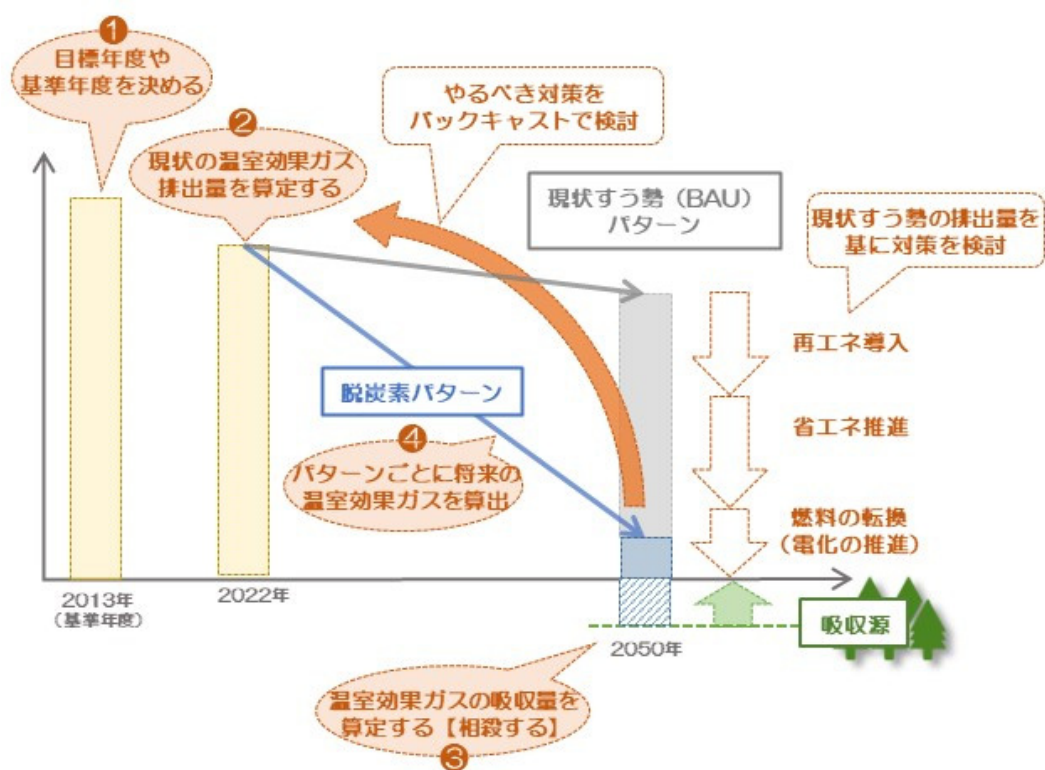


図 7-1 脱炭素シナリオの検討イメージ

7-2 将来の排出量推計方法

CO₂ 排出量を、活動量・エネルギー消費原単位・炭素集約度の3要因の積で表し、各要因の変化を想定することで、将来のBAU シナリオ及び脱炭素シナリオにおけるCO₂ 排出量を推計します。

活動量：エネルギー需要の生じる基となる社会経済活動の指標であり、部門ごとに人口や製造品事業所数等が用いられる。人口減少や経済成長によるCO₂ 排出量の変化は、活動量の増減によって表される。

エネルギー消費原単位：活動量当たりのエネルギー消費量のこと、対象分野のエネルギー消費量を活動量で除して算定する。

活動量自体の変化ではなく、建物の断熱化や省エネ機器の導入等エネルギー消費量の削減対策によるCO₂ 排出量の変化は、エネルギー消費原単位の増減で表される。

炭素集約度：エネルギー消費量当たりのCO₂ 排出量であり、再エネ熱（太陽熱、木質バイオマス等）の使用や再エネで発電された電力の使用等、利用エネルギーの転換によるCO₂ 排出量の変化は炭素集約度の増減として表される。

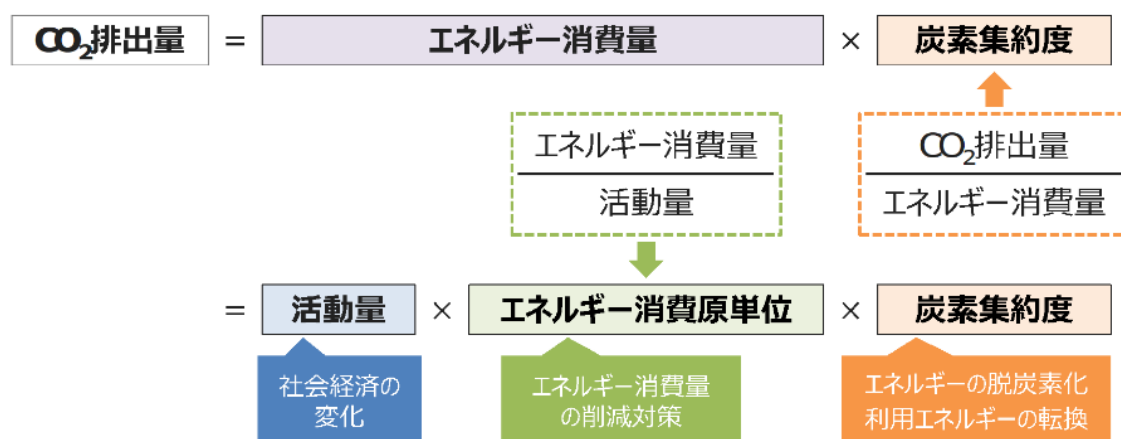


図 7-2 CO₂ 排出量の推計方法

（出典：環境省（2021）「地方公共団体における長期の脱炭素シナリオ作成方法とその実現方策に係る参考資料 Ver1.0」）

7-3 脱炭素シナリオの検討条件

脱炭素シナリオの試算における各条件のパラメーターは以下のとおりです。

表 7-1 試算における各種パラメーター

項目	条件
人口の推移	池田市の人口将来見通しは、2020 年からは国立社会保障・人口問題研究所（以下「社人研」という）の『日本の地域別将来推計人口』（2018 年推計）の池田市の値を用いました。2020 年から 2045 年までは直線的に人口が変化するものとし、直線的に数値を代入。 推計値が元々無い 2046 年から 2050 年については、2045 年までの直近 5 年間の伸び率を採用して推計。
各部門・業種別従業者数	人口と同様の変化率で推移すると仮定
製造品の事業所数等 （産業部門の活動量指標）	池田市の直近 10 年間（2010 年～2020 年）の事業所数減少率（年間）を推計しています。
供給電力の排出係数	2030 年：排出係数 0.25kg-CO ₂ /kWh 2050 年：排出係数 0.00kg-CO ₂ /kWh

また、各部門における脱炭素シナリオの想定条件を以下に示します。

表 7-2 産業部門のシナリオの想定条件

施策	内容	想定
設備の 高効率化	エネルギー消費効率の優れた製造設備、農業機械、建設機械等への更新を促進する。	・ 2030 年にエネルギー効率が 2019 年比 9%改善、2050 年に 17%改善。
電力・脱炭素 燃料等への 燃料転換	産業用ヒートポンプや水素バーナー等電力・水素等を使用する設備への転換を促進する。	・ 電気を使う設備のシェアが 2050 年に製造業で 77%、農林水産業で 80%、建設業で 60%に拡大すると想定。 ・ 水素を使用する機器のシェアは 2050 年に 7%と想定。合成燃料を使用する機器のシェアは 10%と想定。

表 7-3 業務部門のシナリオの想定条件

施策	内容	想定
ZEB の普及	ZEB 水準の機密断熱性能を備えた建築物の建設・改修を促進する。	2050 年のサービス需要について、冷房・給湯・炊事で 10%減、暖房で 30%減、動力ほかで 20%減と想定。
機器の高効率化	空調や給湯等建物で利用する機器について、エネルギー消費効率の優れた製品への更新を促進する。	- 主に電気を使う機器の効率改善を見込む。2018 年から 2050 年に掛けて、エアコンの COP が冷房で 4.0 から 4.5、暖房で 2.5 から 3.0 に改善、ヒートポンプ給湯機の COP が 3.0 から 4.0 に改善、燃焼機器の COP が 0.5 から 0.55 に改善、電力機器の効率が 1.0 から 1.25 に改善すると想定。 2050 年までは直線的に改善すると想定。
電化・脱炭素燃料等の促進	エアコンやヒートポンプ給湯機等電力を使用する機器への転換、合成燃料・バイオ燃料の利用を促進する。	- 電気を使う機器のシェアが、冷房で 2050 年に 95%、暖房で 2050 年に 87%、給湯で 2050 年に 74%、炊事で 2050 年に 90%に達すると想定。 - バイオ燃料・合成燃料等を使う機器のシェアが 2050 年に暖房で 10%、給湯で 10%、炊事で 10%と想定。

表 7-4 家庭部門のシナリオの想定条件

施策	内容	想定
ZEH の普及	ZEH 水準の機密断熱性能を備えた住宅の建設・改修を促進する。	2050 年のサービス需要について、冷房・給湯・炊事で 10%減、暖房で 30%減、動力ほかで 20%減と想定。
機器の高効率化	空調や給湯等住宅で利用する機器について、エネルギー消費効率の優れた製品への更新を促進する。	2018 年から 2050 年に掛けて、電気ヒートポンプの COP が冷房で 4.0 から 4.5、暖房で 2.5 から 3.0、給湯で 3.0 から 4.0 に改善、燃焼機器の COP が給湯で 0.85 から 0.9 に改善、電力機器の COP が動力ほかで 1 から 1.25 に改善すると想定。2050 年までは直線的に改善すると想定。
電化・脱炭素燃料等の促進	エアコンやヒートポンプ給湯機等電力を使用する機器への転換、バイオ燃料の利用を促進する。	- 電気を使う機器のシェアが、暖房で 2050 年に 90%、給湯で 2050 年に 70%、炊事で 2050 年に 90%に達すると想定。 - バイオ燃料・合成燃料等を使う機器のシェアが 2050 年に暖房で 10%、炊事で 10%、給湯で 20%になり、さらに給湯では水素を使う機器のシェアが 2050 年に 10%になると想定。

表 7-5 運輸部門のシナリオの想定条件

施策	内容	想定
輸送の低減	リモートワークやオンライン会議等による通勤・業務移動の低減、DX 等による物流効率の改善を促進する。	輸送需要が 2050 年に 30%減少すると想定。
車両の燃費改善	燃費の優れた自動車、鉄道車両への更新を促進する。	- 内燃機関自動車の 2018 年の燃費を 1 とした時の 2050 年の燃費は、乗用車では内燃機関自動車で 1.50、電気自動車で 4.00 から 5.00 に改善、貨物車では内燃機関自動車で 1.20、電気自動車で 2.00 から 3.00 に改善すると想定。 2030 年時点の内燃機関自動車の燃費は乗用車で 1.3、貨物車で 1.1 となる。電気自動車の効率は 2018 年から 2050 年まで直線的に改善する。 - 鉄道については、2018 年の電車の効率を 1 とした時の 2030 年の効率は電気で 1.10、2050 年の効率は電気で 1.20 と想定。
電動車の普及	電気自動車、燃料電池自動車等化石燃料を燃料としない車両への転換を促進する。	- 乗用車では、2030 年に電気自動車が 16%、燃料電池自動車が 1%、2050 年に電気自動車が 90%、燃料電池自動車が 10%と想定。 - 貨物車では 2030 年に電気自動車が 16%、燃料電池自動車が 1%、2050 年に電気自動車が 50%、燃料電池自動車が 40%を占めると想定。

表 7-6 廃棄物部門のシナリオの想定条件

施策	内容	想定
ごみ量の削減	長持ちする製品の利用、シェアリング、容器包装の簡素化等により、ごみの発生量を抑制する。	池田市「かんきょうレポート」では、2030 年度までに 2019 年度比でのごみ排出量が 10%削減することを目指す。
バイオマスプラスチックの普及	植物等の再生可能な有機資源を原料とするバイオマスプラスチックでできた製品の普及を促進する。	プラスチックごみ及び合成繊維ごみに占めるバイオマス由来のごみの比率が、2050 年に 100%となると想定。



2024年3月発行
池田市 まちづくり環境部 環境政策課
大阪府池田市城南1丁目1-1
TEL 072-752-1111(内線178)
URL <http://www.city.ikeda.osaka.jp/>